Jesse Himmanen

Asuntokohtaisen ja keskitetyn ilmanvaihdon kustannusvertailu asuinkerrostalokohteessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

31.5.2016

Metropolia

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Jesse Himmanen Asuntokohtaisen ja keskitetyn ilmanvaihdon kustannusvertailu asuinkerrostalokohteessa 27 sivua + 13 liitettä 31.5.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI, tuotantopainotteinen
Ohjaajat	LVI-asiantuntija Timo Nieminen osaamisaluepäällikkö Jorma Säteri

Insinöörityössä vertaillaan asuntokohtaisen ja keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän kustannuksia. Kustannukset on jaettu investointi-, käyttö- ja huoltokustannuksiin. Vertailtavana kohteena toimi 37 asuntoa sisältävä asuinkerrostalo Helsingissä. Rakennuksesta saatiin käyttöön arkkitehtipohjat, joihin mallinnettiin MagiCAD:lla ilmanvaihtokanavistot laitteineen, kummankin eri ratkaisun edellyttämillä tavoilla. Insinöörityö tehtiin rakennusliike Fira Oy:lle.

Vertailtavia järjestelmäratkaisuja tutkittiin mahdollisimman samat laatutasot täyttävinä. Keskitettyyn ilmanvaihtojärjestelmään suunniteltiin näin ollen myös ilmamääräsäätimet, jotta järjestelmä vastasi säätömahdollisuuksiltaan asuntokohtaista ilmanvaihtojärjestelmää. Järjestelmien suunnittelussa noudatettiin rakennusmääräyskokoelmien sanelemia määräyksiä ilmanvaihtoluokalle S2, ilmamäärien, äänitasojen sekä ilmanlaadun suhteen.

Kustannusvertailun laatimisessa käytettiin apuna alan yrityksiltä saamia tarjouksia: ilmanvaihtolaitteista, lämmönjakokeskuksista sekä huoltotöistä. Ilmanvaihtokoneiden energialaskentoihin saatiin arvot ilmanvaihtokoneiden laitevalmistajilta. Kanaviston materiaali ja asennushinta saatiin MagiCADin määräluetteloa sekä valmistajien hinnastoja apuna käyttäen.

Vertailuissa asuntokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä laskettiin keskitettyä järjestelmää kalliimmaksi kaikilla osa-alueilla. Perustamiskustannuksiltaan asuntokohtainen ratkaisu oli 12 997 € keskitettyä ratkaisua kalliimpi. Tämä johtui suureksi osaksi IV-koneiden investointikustannusten erosta. Käyttö- ja huoltokustannuksien osalta keskitetty ilmanvaihtoratkaisu laskettiin 6 917 € vuodessa asuntokohtaista ratkaisua edullisemmaksi, mikä oli seurausta asuntokohtaisen järjestelmän suuremmista huoltotöistä sekä lämmitysratkaisuiden erosta. Keskitetyssä järjestelmässä ilmanvaihdon lämmitysenergia tuotettiin kaukolämmöllä ja asuntokohtaisessa ratkaisussa sähköllä.

Avainsanat	ilmanvaihtojärjestelmä, vertailu, kustannukset

Author Title Number of Pages Date	Jesse Himmanen Comparison of costs of a dwelling-specific and central mechanical ventilation in an apartment building 27 pages + 13 appendices 31 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Orientation
Instructors	Timo Nieminen, HVAC Specialist Jorma Säteri, Head of Department

The purpose of this thesis was to compare the costs of two ventilation systems: dwelling-specific mechanical ventilation and central mechanical ventilation in a thirty-seven-apartment building. The costs were divided into investment, operation and maintenance costs. Both system solutions were to fulfill the same quality standards. For the central mechanical ventilation system also airflow management units were planned so that the system corresponded to the dwelling-specific solution as to its adjustment possibilities.

The ventilation ducts and its devices were modeled using MagiCAD, with the help of the general layouts of the buildings and according to the requirements of both solutions. The help of companies in the same field was used when drawing up a comparison of the costs concerning ventilation machines, heat distribution center and maintenance. The manufacturers provided the energy calculus values for the ventilation machines. The duct-works material and the installation price were taken from MagiCAD's quantity list and the manufacturers' price catalogue.

The initial expenses of the dwelling-specific system were 12,997 euros higher than those of the central solution, which was mostly due to the difference in the ventilation machine costs. As for the operation and maintenance costs, the central mechanical ventilation system solution was calculated to be 6,917 euros cheaper than the dwelling-specific solution due to its greater maintenance work and the difference of the heating solutions. The results of this thesis can be used for the guiding the design.

Keywords	ventilation system, comparison, costs

Sisällys

Liite 9. Liesikuvun toimintakaavio
Liite 10. Liesikupuvertailu
Liite 11. Lämmönjakokeskus GST
Liite 12. Keskitetty ilmanvaihtokone, MagiCAD-kuvakaappaus
Liite 13. Elementtihormien vertailukuva, MagiCAD

Lyhenteet

IFC	Industry Foundation Classes. Rakennusalan ISO/PAS 16739-standardi oliopohjaisen tiedon siirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen.
IMS	Ilmamääräsäädin
IV-kone	Ilmanvaihtokone
LJH	Lämmönjakohuone
LTO	Lämmöntalteenotto
MagiCAD	Progman Oy:n kehittämä talotekniikan mallinnusohjelma. Työssä käytetty versio: Ventilation, Heating and Piping 2015
SFP	Specific Fan Power, Ominaissähköteho

1 Johdanto

Insinöörityön tavoitteena on saada selville MagiCAD-mallinnusta apuna käyttäen, edullisempi kerrostalon ilmanvaihdon toteutustapa, keskitetyn sekä asuntokohtaisen ilmanvaihtoratkaisun välillä. Tavoitteena on myös saada selville, mitkä tekijät muodostavat suurimmat kustannuserät kummankin järjestelmän elinkaaressa ja voiko kyseisten ilmanvaihtoratkaisuiden kannattavuus olla riippuvainen kohdetta tarkasteltavasta ajanjaksosta. Insinöörityö tehdään rakennusliike Fira Oy:lle, joka voi hyödyntää työn tuloksia suunnittelunohjauksessa uusien kohteiden ilmanvaihtoratkaisujen osalta.

Työn tarkasteltavana kohteena on kuusikerroksinen asuinkerrostalo, jossa on yhteensä 37 asuntoa ja huoneistoala 2 337,5 m². Samaan kohteeseen mallinnetaan ilmanvaihto sekä keskitetysti että hajautetusti. Molemmissa tapauksissa ilmanvaihdon pystyosuudet toteutetaan Elpotek Oy:n elementtihormeilla. Kohteessa asuntojen raitisilma otetaan keskitetyssä ratkaisussa katolta ja poistoilma johdetaan katolle. Puolestaan asuntokohtaisen ilmanvaihdon ratkaisussa raitisilma otetaan asunnon ulkoseinästä ja poistoilma puhalletaan katolle.

Asuntokohtaista ilmanvaihtoa mallinnettaessa ilmanvaihtokoneiden paikka on kunkin asunnon pesuhuoneessa, jolloin ilmastointikanavien liittyminen koneelta katolle helpottuu ja ilmanvaihtokoneen meluhaitat häiritsevät mahdollisimman vähän käyttäjiä. Keskitetyssä ilmanvaihtoratkaisussa rakennuksen kaikkia asuintiloja palvelevan yhteisen koneen paikka on sille varatussa konehuoneessa katolla. Työ keskittyy nimenomaan rakennuksen asuintiloihin, sillä molemmissa ratkaisuissa portaikoille ja vastaaville tiloille olisi omat IV-koneet.

Vaikka asuntokohtaisella- ja keskitetyllä ilmanvaihtoratkaisuilla pyritäänkin samaan, määräyksien mukaiseen lopputulokseen, niin järjestelmien kokonaiskustannukset sekä kustannuksien jakaumat poikkeavat toisistaan. Työssä pohdittavia ratkaisujen tyypillisiä kustannuksia ovat materiaaleihin, kuten kanaviin tai koneisiin, investoitavat kustannukset, järjestelmän asennuskustannukset sekä kohteen käyttö- ja huoltokustannukset. Järjestelmiä vertaillaan mahdollisimman samankaltaisina ja siksi keskitetyssä järjestelmässä asunnot varustetaan ilmamääräsäätimillä.

2 Ilmanvaihtosuunnittelun kriteerit

Ilmastointijärjestelmän yleisiä valintaperusteina voivat olla

- sisäilmaston laatu
- toimintavarmuus
- käytettävyys
- hankinta/käyttökustannukset
- muuntojoustavuus
- ulkonäkö
- tarpeenmukainen säädettävyys
- elinkaaritavoitteet.

Tässä työssä keskitytään ensisijaisesti ilmanvaihtojärjestelmien kustannuksiin, muihin edellä mainittuihin tekijöihin otetaan kantaa vain sen verran kuin se asianmukaisessa suunnittelussa on tarpeen. Esimerkiksi sisäilmaston laatu ja käytettävyys suunnitellaan niin, että järjestelmäratkaisujen voidaan todeta olevan näiltä osin samanvertaisia. Sisäilmaston laatuluokka on insinöörityön kohteessa S2, ja huoneistojen ilmanvaihtoa voidaan ohjata molemmissa ratkaisuissa akselilla poissa-kotona-tehostus. (1, s. 41.)

2.1 Sisäilmavaatimukset

Asuinkerrostaloissa, kuten muissakin rakennuksissa, sisäilmanlaadun tulee olla riittävän terveellistä ja turvallista sekä luoda osaltaan viihtyisyyttä ympäristöön. Ilmanvaihdon tehtävänä on taata hyvä sisäilma poistamalla huoneistoista ilman epäpuhtauksia sekä tuomalla huoneistoon raikasta ja sopivan lämpöistä tuloilmaa häiritsemättä käyttäjiä.

Rakennusten sisäilmaston laadullisia vaatimuksia on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelma D2:ssa. Tämän lisäksi sisäilmaston tarkempia vaatimuksia ohjaavat ohjekorteissa esitetyt sisäilmastoluokitukset, joiden avulla sisäilmasto voidaan luokitella kolmeen ryhmään muun muassa lämpötilaolosuhteiden, meluhaittojen sekä ilmanpuhtaustekijöiden mukaan. Näitä sisäilmaston luokkia ovat S1, S2 sekä S3, joka on mitoitettu täyttämään vielä D2:ssa mainitut vähimmäiskriteerit ilmanvaihdon suhteen.

Rakennusten ilmanvaihto suunnitellaan niin, ettei ilmassa esiinny haitallisin määrin terveydelle vaarallisia mikrobeja tai hajuja. Näitä voidaan ehkäistä oikeanlaisella ilmanvaihdolla, jossa epäpuhtaampiin tiloihin asennetaan riittävät ilmanpoistot ja puhtaampiin tiloihin ilman tulolähteet, jolloin painesuhteiden vaikutuksesta ilmassa olevat hajut ja mikrobit eivät leviä rakennuksessa. Insinöörityön asuinkerrostalo suunnitellaan täyttämään ilmanvaihdon luokan S2 asettamat tavoitearvot. (2)

Ilmanvaihdon suodatuksella on merkittävä osa ilmanlaatuun sekä ilmanvaihdon kustannuksiin. Tämän vuoksi ilmansuodattimet tulee valita käyttökohteen mukaisesti oikein. Suodattimien riittävä vaihtoväli on yleisesti 2–4 kertaa vuodessa, mutta määrä vaihtelee kohteen käyttöasteen sekä sijainnin mukaan. Suodattimien vaihdon tarpeen voi havaita paine-eromittauksella, punnituksella sekä silmämääräisellä arviolla. Likaiset tai vääränlaiset suodattimet voivat aiheuttaa rakennuksen ilmanvaihdossa merkittäviä kustannuksia lisäämällä järjestelmän painehäviötä tarkoituksettomasti ja aiheuttamalla ilmanvaihtokoneen puhaltimille ylimääräistä sähkönkulutusta. Painehäviöistä aiheutuneet kustannukset ovat karkeasti euron jokaista ylimääristä Pascalia kohden, yhden suodattimen osalta, jonka käyttöikä on puoli vuotta. (19, s. 10.)

2.2 Ilmamäärät

Asuinrakennuksen ilmanvaihto on suunniteltava yleensä niin, että ulkoilmavirta on vähintään 0,35 $(dm^3/s)/m^2$, ilmanvaihtokerroin 0,5 1/h ja tuloilman loppunopeus enintään 0,2 m/s. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 on määritelty asuinrakennuksen tulo- ja poistoilmavirrat taulukon 1 mukaisesti. Näitä määräyksien mukaisia ilmavirtojen vähimmäismääriä käytetään myös insinöörityön mallinnuksessa.

Kumpikin ratkaisu toteutetaan niin, että ilmanvaihdolle on mahdollista asettaa yleisilmanvaihdon lisäksi poissaololle 40 % ja tehostukselle 130 % normaali-ilmanvaihdosta. Tehostuksen ollessa päällä, tuloilman loppunopeus saa ylittää tavanomaisen loppunopeuden arvolla 0,1m/s. (3)

Suunnitellessa asuntojen ilmamääriä niiden mitoittaminen on suoritettu vaadittavien tehostuksellisten poistoilmamäärien mukaan. Yleisesti toiminnassa oleva poistoilmamäärä on puolestaan korvattu vastaavilla tuloilmamäärillä painesuhteiden säilyttämiseksi. Tuloilmamäärät on myös pyritty jakamaan asuinhuoneiden välillä siten, että tuloilma tuottaa kaikkiin tiloihin vedottoman ilmavirran.

Taulukko 1. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 esitetyt ilmamäärät. (3, s.14.)

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma-virta (dm³/s)/hlö	Ulkoilma-virta (dm³/s)/m²	Poistoilma-virta dm³/s	Äänitaso $L_{A,eq,T}$ / $L_{A,max}$ dB	Ilman nopeus talvi m/s	Huom!
Asuintilat:	6					
Asuinhuoneet		0,5		**28 / 33** *	0,20	*C1 määräys
Keittiö		#S	8 #A	**33 / 38** *	0,20	*C1 määräys
– käyttöajan tehostus		#S	25	33 / 38	0,20	
Vaatehuone, varasto		#S	3	33 / 38		
Kylpyhuone		#S	10 #B	38 / 43	0,20	
– käyttöajan tehostus		#S	15	38 / 43	0,20	
WC		#S	7 #B	33 / 38		
– käyttöajan tehostus		#S	10	33 / 38		
Kodinhoitohuone		#S	8	33 / 38	0,30	
– käyttöajan tehostus		#S	15	33 / 38	0,30	
Huoneistosauna		2 #C	2/m² #C	33 / 38		
Yhteistilat:						
Porrashuone		0,5 1/h	0,5 1/h	38 / 43		
Varastot		0,35	0,35 /m²	43 / 48		
Kylmäkellari (myös asunto-kylmiö, jos pinta-ala > 4m²)		0,2	0,2 / m²	43 / 48		
Pukuhuone		2	2 / m²	33 / 38	0,20	
Pesuhuone		3	3 / m²	43 / 48	0,20	
Saunan löylyhuone		2	2 / m²	33 / 38		
Talopesula		1	1 / m²	43 / 48		
Kuivaushuone		2 #D	2 / m² #D	43 / 48		
Askarteluhuone, kerhohuone		1 #E	1 / m² #E	33 / 38	0,20	

2.3 Paloturvallisuus

Ilmakanavan ja kanavaosien seinämien materiaalit ja paksuudet valitaan siten, että kanava ja kanavaosat kestävät niihin kohdistuvat rasitukset, kuten kuumuuden ja puhdis-

tuksen. Ilmakanavan ja kanavaosien seinämät tehdään vähintään A2-s1, d0 -luokan rakennustarvikkeista, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettua ja savun tuotto erittäin vähäistä.

Asuntokohtaista ja keskitettyä ilmanvaihtoa suunnitellessa voidaan todeta, ettei palo-osastointi vaadi erillisiä paloeristeitä ilmanvaihtokanavissa, sillä pystyosuuksien toteuttaminen Elpo-hormielementeillä luo itsessään paloeristyksen. Savun leviämisen kannalta on osastojen välisen ilmanvaihtokanavan nousuosuuden oltava vähinään 2,5 m ja halkaisijan oltava korkeintaan 10 % kanavan pituudesta. Tämä täyttyy kohteen ilmanvaihtojärjestelmissä, ja näin ollen järjestelmät eivät vaadi erillisiä kuristimia kanavistoihin. Asuinkerrostalossa jokainen asunto on oma palo-osastonsa, ja täten pidetään huolta siitä, ettei osastoivia seiniä lävistetä ilman määräysten mukaisia palokatkoja.

Yleisesti asuntoja ei tulo- eikä poistoilman osalta saa liittää eri käyttötaparyhmiä palveleviin keskusilmanvaihtolaitteistoihin. Tämän takia työssä käsitellään keskitettyä ja hajautettua ilmanvaihtoratkaisua ainoastaan asuntojen osalta, joten hajautetussa ratkaisussa IV-koneiden määrä on sama kuin asuntojen määrä ja keskitetyssä ratkaisuissa koneita on vain yksi. Kerrostalossa olisi paloteknisesti vaativampiakin tiloja, mutta niiden ilmanvaihto toteutettaisiin omilla IV-koneillaan, eikä niihin oteta kantaa työssä. Kyseiset tilat eivät vaikuta kustannusvertailuun puuttuessaan molemmista ratkaisuista.

Insinöörityön kohteessa keskusilmanvaihtolaitteiston koneet sijoitetaan palotekniset vaatimukset täyttävään konehuoneeseen, joka muodostetaan omaksi palo-osastoksi. Kanaviin asennetaan konehuoneen rajoille palopellit, josta eteenpäin kanavat ovat paloeristettyjä sekä vesikatolla että ylimmän kerroksen lattiaelementissä. (4)

2.4 Tasapainotus

Kanavisto on suunniteltu mahdollisimman symmetrisesti ja keskitetyssä järjestelmässä niin, että jokaiseen asuntoon tulevan kanavan runkolinjan puoleiseen päätyyn on asennettu ilmamääräsäätimet. Koska asunnot ovat keskimäärin melko pieniä, ei suuremmille määrille säätölaitteita ollut tarvetta, vaan asunnon sisäiset tasapainotukset voidaan suorittaa päätelaitesäädöillä.

Ilmavirran kuristaminen on tehtävä kanavistossa siten, ettei viimeistä sisäänpuhallus - tai poistoilmaventtiilin säleikön yhteydessä olevaa peltiä tarvitse kuristaa enempää kuin 10 Pa, säleikön lähellä kanavassa olevaa erillistä säätöpeltiä tai Iris-säädintä 20–30 Pa ja säleikön lähellä, kanavassa olevaa virtaussäädintä koosta riippuen 30–100 Pa. Venttiileiden suunnittelussa on myös otettu huomioon se, että niiden asennusetäisyys kanavasta on vähintään kaksi kertaa haarakanavan halkaisijan verran. Peräkkäisten haarojen etäisyys toisistaan pitää myös rakennusmääräysten mukaisesti olla vähintään kaksi kertaa halkaisijan verran, mutta optimitilanteessa vähintään neljä kertaa halkaisijan verran. (6, s. 2.)

2.5 Talotekniikan tilavaraukset

Keskitetyssä ilmanvaihdon ratkaisussa talotekniikan tilantarve vastaa pääosin kohteesta tuotettuja arkkitehtipohjia. Näitä tiloja ovat alimman kerroksen lämmönjakohuone, Elpohormeille varatut alueet, kanavistolle varattu, alas lasketun katon rajaama välitila sekä konehuone. Konehuone mitoitetaan niin, että tilaan mahtuisi useampi kone – muita kuin asuintiloja palveleva ilmanvaihtokone sekä saunaosastoa palveleva ilmanvaihtokone.

Asuntokohtaisessa ratkaisussa talotekniikalle varattuja tiloja ovat keskitetylle järjestelmälle varattujen tilojen lisäksi asuntojen IV-koneiden tilat pesukoneiden päällä, huoneistojen jäteilmakanavien pystynousuihin vaadittavien elementtihormien tilavaraukset sekä raitisilmakanavien kotelointi 3–5 kerroksissa.

Vaikkei asuntojen ilmanvaihto tuottaisikaan tarvetta ilmanvaihtokonehuoneelle asuntokohtaisessa ratkaisussa, järjestelmien tasapuolinen vertailu vaatii, että muita tiloja palvelevalle IV-koneelle mitoitetaan myös konehuone. Näin ollen asuntokohtaisessa ratkaisussa suunnitellaan katolle keskitetyn järjestelmän kaltainen konehuone, sillä erotuksella, että konehuone on keskusilmanvaihtokoneen sekä sille vaadittavan huoltotilan verran pienempi.

Kerroksien 1 ja 2 kerroskorkeus on 3210–3020 mm ja huonekorkeus alakatto-osuuksilla 2250–2580 mm. 3-5 kerroksissa kerroskorkeus on 2590 mm ja huonekorkeus alakato-osuuksilla 2250–2300 mm.

Edellä mainittujen alakattokorkeuksien puitteissa varsinkin kerroksien 35 tilat ilmanvaihtokanaville ovat hyvin ahtaat ja kanavavedoissa pyritään välttämään tarpeettomia kanavien risteämisiä. Liitteessä 3 on esitetty kohteen leikkaus, josta näkyy kohteen kerroskorkoja.

2.6 Äänikriteerit

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että rakennuksessa on viihtyisät ääniolosuhteet. Suunnittelun lähtökohtana on järjestelmän suunnittelu niin, ettei se aiheuta tarpeettomia ääniongelmia. Rakennuksen ääniteknisten kriteerien täyttyminen toteutetaan mallinnuksessa järkevillä kanavavedoilla, järjestelmän paineenhallinnalla, kohtuullisilla ilmannopeuksilla sekä oikein mitoitetuilla äänenvaimentimilla ja päätelaitteilla. Näiden lisäksi investointikustannuksiin lasketaan mukaan oikeanlaiset kannakkeet, jotka estävät tarpeettoman, tärinästä aiheutuvan melun syntymisen. Työssä ilmanvaihtokanavien kannakointi suunniteltiin Kanavoiden kannakointi -RT-kortin mukaisesti.

Ohjearvoina insinöörityössä käytettään rakentamismääräyskokoelman osan D2 asettamia, kaikkien LVIS-laitteiden aiheuttaman melun enimmäisrajoja. Määräyksen mukaan melutaso saa olla asuinhuoneissa 28 dB ja keittiössä 33 dB. Keittiössä sallitaan kuitenkin tehostuksen aikana kymmenen desibelin arvon nousu. (3, s. 14.)

2.7 Ilmanvaihtokoneiden mitoitus

Keskusilmanvaihtokoneen valinnassa käytetään apuna Recair Oy:n sähköistä mitoitusohjelmaa, josta saatiin liitteen 6 mukaiset raportit. Mitoitusohjelman käyttö nopeuttaa ilmanvaihtokoneen valintaa, mutta sen käyttäminen edellyttää ohjelmaan syötettävien mitoitusarvojen tuntemista. Lisäksi koneiden valinnassa otetaan huomioon, että määräykset ja hyvä asennustapa toteutuu.

Rakentamismääräyskokoelman osa D3 on asettanut asuntokohteiden tulo- ja poistoilmajärjestelmien SFP-luvulle, eli ominaissähköteholle enimmäisarvon 2,0 kW/(m³/s). SFP-luku lasketaan sekä tulo- että poistoilmapuhaltimien yhteenlaskettu sähköverkosta ottama teho, joka jaetaan koneen ilmavirroista suuremmalla. Koko järjestelmän SFP-luku saadaan puolestaan laskemalla koko ilmanvaihtojärjestelmän kaikkien puhaltimien

sähköverkosta ottama sähköteho (kW), joka jaetaan koko ilmanvaihtojärjestelmän mitoitusulko- tai mitoitussisäilmavirralla, riippuen siitä kumpi on suurempi. (5)

Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton on määräysten mukaisesti otettava lämpöä talteen 45% ilmanvaihdon lämmitystarpeesta. Tästä voidaan poiketa, mikäli rakennukseen suoritetaan muita energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä. Nykyisin uuden ekodirektiivin astuessa voimaan 1.1.2016, LTO:n lämpösuhteelle asetettu raja on kiristynyt. Vuoden vaihteen jälkeen tilattujen ilmanvaihtokoneiden on pitänyt täyttää vähintään lämpötilasuhteen raja-arvo 67 % muun kuin nestekiertoisen LTO:n osalta ja 63 % nestekiertoisen LTO:n osalta. (17)

Työssä keskitetyssä ilmanvaihdon ratkaisumenetelmässä LTO tullaan toteuttamaan ristivirtalämmöntalteenotolla ja asuntokohtaisessa puolestaan ristivastavirtalämmöntalteenotolla. Ilmavirtojen osittaisen sekoittumisen takia keskitetyssä ilmanvaihtokoneessa ei käytetä hyötysuhteeltaan parempaa pyörivää LTO:ta.

3 Investointikustannukset

3.1 Kanavat ja kanavaosat

Insinöörityön kustannusvertailussa käytetään tunnettujen yritysten kuten Fläkt Woods Oy:n ja Lindab Oy:n ilmanvaihtotuotteiden materiaalihintoja. Kiinnikkeet ja kannakointi suunnitellaan Sejo Oy:n tuotteilla ja eristys eristysliike Hevac Oy:n tuotteilla. Materiaali- ja tuotehinnat on työssä esitetty ilman arvonlisäveroa.

Kohteessa alakatot on mitoitettu niin, että muut kanavat mahtuvat välitilaan niukasti, mutta asuntokohtaisessa järjestelmässä ulkoilmakanavat on johdettava alakatottomien tilojen läpi. Näin ollen kannattavinta on koteloida raitisilmakanavat kattokulmaan, mistä aiheutuneet kustannukset on lisätty kanaviston kustannuksiin.

Taulukossa 2. on esitetty molempien ratkaisuiden kanavistosta aiheutuneet kustannukset. Kummankin järjestelmän kanava- ja kanavaosamäärät on saatu MagiCAD:n materiaaliraportista. Kanavakustannukset on puolestaan saatu käyttämällä Lindab Oy:n vii-

meisimpiä hinnastoja kierresaumakanavien sekä kanavaosien osalta, lisäten niihin asianmukaiset alennusprosentit. Kanaviston asennukseen käytettiin lvi-työehtosopimuksen mukaisia normituntiaikoja, joiden pohjalta saatiin muodostettua asennushinnat kanaville.

Taulukossa 2 esitetyt kustannukset on laskettu ilman kanaviston laitteita tai Elpo-hormeissa kulkevia pystykanavia, jotka on laskettu erikseen. Kustannuksista käy ilmi, että keskitetty järjestelmä on kanaviston osalta 31 372 € halvempi kuin asuntokohtainen järjestelmä. Suurin yksittäinen ero muodostuu asuntokohtaisen järjestelmän raitisilmakanavien 50 millimetrin paksuisen lämpöeristyksen eristystarpeesta.

Taulukko 2. Kanaviston kustannukset

Kanavisto	Keskitetty ilmanvaihto	Asuntokohtainen ilmanvaihto
Kanavisto asennettuna	48 790 €	68 292 €
Eristys asennettuna	9 868 €	21 738 €
Mittaus ja säätö	4 479 €	4 479 €
Yhteensä	63 137 €	94 509 €

3.2 Ilmanvaihtolaitteet

Päätelaitteet

Tuloilman päätelaitteiksi valittiin Fläkt Woodsin STQA seinäasenteiset tuloilmaventtiilit, joiden tuloilmavirta on kaikkialla rakennuksessa väliltä 5–10 l/s (kuva 1). MagiCAD:lla laadituilla äänenpainelaskelmilla voitiin todeta tuloilmanpäätelaitteiden osalta, etteivät ne ylitä rakentamismääräyskokoelman osan D2 äänenpainetasojen enimmäisarvoja.

Kuva 1. STQA-tuloilmaventtiili (7, s.1).

Tarkastelun alla olevassa kohteessa oli myös asuntoja, joissa tuloilman kattopuhallus oli välttämätöntä. Näihin tiloihin valittiin Fläkt Woodsin KTS, kattoasenteinen tuloilmaventtiili. Tuloilmanpäätelaitteissa ei muodostu eroja asuntokohtaisen ja keskitetyn järjestelmän välillä. Myös poistoilmakanaviin valittiin molempiin järjestelmiin samanlaiset KSO-poistoilmaventtiilit.

Huoneistojen keittiöiden liesituulettimeksi valittiin Swegon Casa Blues, jossa normaalitilanteen poistoilmavirraksi mitoitettiin 10 l/s ja ilmavirran mahdollinen tehostus arvoon 25 l/s (kuva 2). Liesituuletin on yhteensopiva asuntokohtaisen IV-koneen kanssa. Liesikuvun vertailutiedot sekä toimintakaavio on esitetty liitteissä 9 ja 10.

Kuva 2. Swegon CASA (8, s.1).

Keskitetyssä järjestelmässä kohteen tulo- ja poistoilmakanaviin valittiin ilmamääräsäätimiksi Halton HHV. Ilmamääräsäädin sisältää laitteeseen integroidun äänenvaimentimen, jonka ansiosta laitteen äänitaso on alhainen. Laitteen ilmavirtaa voidaan ohjata esimerkiksi lämpötila tai hiilidioksidi perusteisesti. Yleinen ohjaus tapahtuu kytkimen säätövalinnoilla: poissa, kotona sekä tehostus. Ilmamääräsäätimien esite on liitteessä 8.

Asuntokohtaisessa ilmanvaihtojärjestelmän vaihtoehdossa raitisilmasäleiköiksi valittiin Lindab Oy:n YGC-200, joka liitetään 160-kanavaan (kuva 3). Keskitetyssä ratkaisussa IV-koneen ulkoilmakanavan päähän asennettiin kantikas, Trox Technik 600x600 mm ulkoilmasäleikkö.

Kuva 3. Raitisilmasäleikkö (9, s. 1).

Katolle valittiin asuntokohtaisessa vaihtoehdossa Fläkt Woodsin EYMA-2-ulospuhallushajottimet, joissa ilman nopeus on 2,9 m/s (kuva 4). Keskitetyssä vaihtoehdossa IV-koneelle määriteltiin jäteilman hajottajaksi Lindab Oy:n hajottaja ilmannopeuden ollessa 4,2 m/s.

Kuva 4. EYMA-2 (10, s. 1).

Kuva 5. KVAp-600mm (11, s. 1).

Hajautetussa ilmanvaihtojärjestelmässä kanaviston äänenvaimentimiksi valittiin kaikkialle Lindab Oy:n KVAp 600 mm (kuva 5). Keskitetyssä järjestelmässä äänenvaimentimilla varustetut ilmamääräsäätimet korvasivat suurelta osin KVAp -äänenvaimentimet.

Kohteessa ilmanvaihtokonehuoneen laidoille asennettavat palopellit ovat mallia Halton FDI, joka vastaa paloluokkaa EI60. Vesikatolla palopeltien jälkeiset kanavat eristettiin myös paloluokkaan EI60.

Ilmanvaihtokanavistoon asennettavien laitteiden kustannukset on eritelty taulukossa 3. Taulukon kustannukset saatiin IMS:ien ja liesikupujen osalta kohteen tarjouksista. Muiden laitteiden osalta käytettiin valmistajan tuote- sekä asennushintoja. Taulukon 3 mukaisesti keskitetty järjestelmä oli 20 971 € kalliimpi kuin asuntokohtainen järjestelmä. Suurin kustannusero muodostuu keskitetyn järjestelmän IMS:ien tarpeesta.

Taulukko 3. Kanaviston laitteiden kustannukset.

Kanaviston laitteet	Keskitetty ilmanvaihto	Asuntokohtainen ilmanvaihto
Päätelaitteet	5 485 €	6 381 €
IMS:t	28 496 €	0 €
Äänenvaimentimet	3 185 €	6 814 €
Palopellit	1 158 €	0 €
Kattohajottajat	687 €	4 844 €
Liesikuvut	9 873 €	9 873 €
Yhteensä	48 884 €	27 913 €

3.3 Elementtihormit

Vaikka työssä keskitytään ilmanvaihdon kustannuksiin, on elementtihormien koossa otettava huomioon myös muun samassa hormissa kulkevan talotekniikan tilantarve, jotta elementtihormikoot vastaavat todellisuutta ja vertailtavien järjestelmien kustannussuhteet säilyvät. Tämän takia MagiCADilla mallinnettiin ilmanvaihtokanavien lisäksi suureen osaan Elpo-hormeista tarvittavat viemäriputket. Mallinnetun talotekniikan pohjalta saatiin asuntojen elementtihormien määrien tarve, josta puolestaan saatiin niihin vaikuttavat kustannukset Elpotek Oy:n hinnastoa käyttäen. Käyttövesi- sekä lämmitysputket oletetaan kulkevan hissikuilun viereisessä linjassa asuntojen ulkopuolella, ja tämän takia niiden tilantarvetta ei huomioitu elementtihormeissa. Elpo-hormit mitoitettiin siten, että kunkin ilmanvaihtokanavan välinen etäisyys toisistaan oli 30 mm ja etäisyys ulkoreunaan vähintään 60mm.

Elementtihormien vaikutus myytäviin neliöihin laskettiin niin, että kullekin elementtihormille arvioitiin, arkkitehtikuvaa tarkastelemalla, mahdolliseksi olla seinän sisässä keskimäärin 150mm elementtihormin pidemmän sivun puolelta. Tällä tavoin elementtihormien asuinneliöitä pienentävä vaikutus rakennuksessa tippui asuntokohtaisessa ratkaisussa 9,4 neliömetristä 3,76 neliömetriin ja keskitetyssä ratkaisussa 12,7 neliömetristä 5,22 neliömetriin. Elementtihormien eritellyt, kustannuksiin vaikuttavat asiat käyvät ilmi taulukosta 4. Asuinneliön keskihinta pääkaupunkiseudun uudiskerrostalossa saatiin tilastokeskuksen sivuilta, ja sen arvoksi on ilmoitettu 5122 €/m².

Huoneistoneliöiden Elpo-hormeista johtuvaa pienentämistarvetta ei ole laskettu mukaan investointikuluihin. Taulukosta 4 perusteella voidaan kuitenkin todeta, että keskitetty ratkaisu tuo epäsuorasti kustannuksia 7478 € Elpo-hormien osalta.

Taulukko 4. Elementtihormeista aiheutuneet kustannukset.

Elementti-hormit	Keskitetty ilmanvaihto	Asuntokohtainen ilmanvaihto
Määrä	87	79
Investointi	26 829 €	25 311 €
Määrä	5,22m²	3,76m²
Tilahävikki	26 737 €	19 259 €
Kanavien kytkennät	1 554 €	1 400 €
Yhteensä	55 119 €	45 970 €

3.4 IV-koneet

Keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän IV-koneeksi valitaan Recair Modular 3B -kone, jonka tarkemmat tiedot löytyvät liitteestä 5. Ilmanvaihtokoneelle saatiin hinta Recair Oy:n tarjouksesta. Kyseinen IV-kone mitoitettiin poistoilman mukaan tilanteelle, jossa kaikissa asunnoissa olisi päällä yhtaikainen ilmanvaihdon tehostus. Tällöin mitoitus ilmavirraksi muodostui 1,3 m^3/s. Koneen SFP-luvuksi ilmoitetaan 1,96 $kW/(m^3/s)$.

Keskitetyssä ilmanvaihdonratkaisussa IV-kone saa tuloilman lämmitykseen vaadittavan lämpötehon kiinteistön lämmönjakokeskukselta. Kustannus lämmönjakokeskuksille saatiin HögforsGST Oy:n tarjouksesta, jonka tekninen osa on liitteessä 11. Myös asuntokohtaisessa ratkaisussa suunniteltiin kaukolämpökeskus vastaavalla HögforsGST Oy:n keskuksella, mutta erona oli ilmanvaihdon lämmityspiirin pienempitehoinen lämmönsiirrin. Kyseinen siirrin suunniteltiin palvelemaan rakennuksen muita kuin asuintilojen ilmanvaihtoa palvelevan koneen ilmanvaihdon tuloilman lämmittämistä.

Keskusilmanvaihtokoneet pitää määräyksien mukaisesti pysyä asentamaan tasaisesti siten, etteivät toisiinsa kiinnitetyt liitososat synnytä jännityksiä ja huoltoluukut mahtuvat avautumaan esteettömästi. Keskusilmanvaihtokoneet asetetaan yleisesti palkkialustalle, jonka säädettävillä jaloilla voidaan korjata mahdollista konehuoneen lattian kallistusta. Huoltotilan vähimmäisvaatimus on ilmanvaihtokoneen takana 400 mm ja etupuolelle vaadittava huoltotila yleensä IV-konetta vastaava leveys. Koneiden yläpuolinen huolto

on myös suunniteltava konehuonetta rakentaessa. Yli 35 kg painoisten osien vaihtamista varten täytyy IV-koneen yläpuolella olla mahdollisia nostolaitteita varten tilaa 400 mm.

Asuntokohtaisessa ilmanvaihdossa ilmanvaihtokoneeksi valittiin huoneistoihin Swegon Oy:n CASA 3W Smart, joka on yhteensopiva CASA-liesikuvun kanssa. Näin ollen asunnon ilmavirran säätäminen toimii vaivattomasti ja liesikupua käyttäessä kone tasapainottaa ilmavirtaa liiallisen alipaineen estämiseksi. Asuntokohtaisessa järjestelmässä tuloilman lämmitys toteutetaan sähköllä. Käytetyn IV-koneen maksimi-ilmavirta on 80 l/s ja SFP-luku 1,9 kW/(m/s). Asuntokohtaisille ilmanvaihtokoneille sekä liesikuvuille saatiin hinta Swegon Oy:n tarjouksesta.

Ilmanvaihtokoneista aiheutuneista kustannuksista on laadittu taulukko 5. Taulukosta voidaan havaita, että keskitetty ratkaisu tulee IV-koneiden kustannusten osalta 46 299 € halvemmaksi kuin asuntokohtainen ratkaisu. Tähän on syynä asuntokohtaisen järjestelmän merkittävästi suurempi IV-koneiden määrän tarve.

Taulukko 5. IV-koneista aiheutuneet kustannukset.

IV-koneet	Keskitetty ilmanvaihto	Asuntokohtainen ilmanvaihto
Määrä	1	37
Investointi	8 850 €	45 362 €
Asennus	573 €	10 360 €
Yhteensä	9 423 €	55 722 €

3.5 Konehuone

Työssä molempiin ilmanvaihtojärjestelmiin suunnitellaan ilmanvaihtokonehuone, mutta taulukossa 6 on esitetty keskitetyn järjestelmän lisäkustannukset verrattuna asuntokohtaiseen järjestelmään. Taulukossa on esitetty ne kustannukset, jotka eivät sisälly muihin kategorioihin, kuten ilmanvaihto- tai sähkötöihin. Taulukon mukaisesti keskitetyssä ilmanvaihtoratkaisussa lisäkustannuksia tuovat IV-koneen lämmityspatterille liittyvät kaukolämpöputkitukset. Merkittävimpänä erona on kuitenkin se, ettei asuntokohtainen ratkaisu tuota konehuoneen osalta lisäkuluja, mutta keskitetyssä järjestelmässä keskusilmanvaihtokone tarvitsee laskennallisesti noin 20 m².

Taulukko 6. Keskitetyn järjestelmän konehuoneen lisäkustannukset

IV-konehuone	Keskitetty ilmanvaihto
Rakennustyöt	11 743 €
Putkityöt	7 295 €
Yhteensä	19 038 €

3.6 Sähkö- ja automatiikkatyöt

Tutkittavana olevan asuinkerrostalokohteen sähkö- ja automaatiotöitä syntyi pääosin taulukon 7 mukaisesti. Sähkö- ja automatiikkatyöt sekä niiden kustannukset arvioitiin laitehuoneiden osalta Fira Oy:n sisäistä neliöhintaperusteista hinnoittelua apuna käyttäen. Ilmamääräsäätimien sekä asuntokohtaisten ilmanvaihtokoneiden työt arvioitiin laitetietojen sekä niiden kytkentäkaavioiden perusten. Taulukosta voidaan havaita, kuinka keskitetyn ilmanvaihtoratkaisun IV-koneen sekä IMS:ien kytkentäkustannukset ylittävät selkeästi asuntokohtaisten ilmanvaihtokoneiden kytkentäkustannukset.

Taulukko 7. Sähkö- ja automatiikkatyöt

Sähkö- ja automaatiotyöt	Keskitetty ilmanvaihto	Asuntokohtainen ilmanvaihto
IV-koneiden sähkötyöt	1 113 €	4 320 €
LJH:n sähkötyöt	5 000 €	5 000 €
IMS:ien sähkötyöt	18 500 €	0 €
Automaatiotyöt	15 100 €	7 400 €
Yhteensä	39 713 €	16 720 €

4 Käyttö- ja huoltokustannukset

Keskitetyssä ilmanvaihtoratkaisussa, Recair Oy:n energialaskelmassa, keskusilmanvaihtokoneen sähkönkulutukseksi vuositasolla saatiin 12 709 kWh/a ja lämmitysenergiantarpeeksi 41 911 kWh/a. Lämmitysenergia tuotetaan keskitetyssä ratkaisussa kaukolämmöllä. Kaukolämmön keskihinnaksi saatiin Helen Oy:n verkkosivuilta 48,8 €/kWh. Sähkön kokonaishinnaksi saatiin laskettua 85,8 €/MWh. Sähkön hinnan katsottiin koostuvan Helen Oy:n perusmaksusta 3,90 c/kWh sekä Caruna Oy:n sähkön siirtomaksusta 4,78 c/kWh. (13; 15; 16)

Asuntokohtaisessa ilmanvaihtoratkaisussa yhden ilmanvaihtokoneen vuosittaiseksi puhaltimien sähkönkulutukseksi saatiin Swegon Oy:n laskentaohjelmalla 324 kW/a. Näin ollen arvo on 37 kappaleelle koneita noin 12 MWh/a. Lämmityspatterin sähkötehon tarpeen summaksi saatiin 34,7 MWh/a. Molemmissa järjestelmäratkaisuvaihdoissa, sekä suodattimien että puhaltimien vaihtohinnat on saatu Are Oy:n tarjouksista.

Tarkastellessa järjestelmien käyttö- ja huoltokustannuksia vuoden ja 10 vuoden ajalta saatiin muodostettua Taulukon 8 mukaiset kustannukset. Taulukosta havaitaan, että asuntokohtaisen järjestelmän suuren ilmanvaihtokonemäärän vuoksi käyttö- ja huoltokustannukset ovat yli kaksinkertaiset vuoden sekä 10 vuoden ajanjaksolla.

Taulukko 8. Käyttö- ja huoltokustannukset.

Käyttö- ja huoltokustannukset	Keskitetty ilmanvaihto	Asuntokohtainen ilmanvaihto
Vuotuinen sähkönkulutus	1 090 €	1 029 €
Vuotuinen energiankulutus	2 045 €	2 978 €
Suodattimien vaihto	477 €	3 500 €
Puhaltimien vaihto	0 €	9 620 €
Tarkasteluaika		
1 vuosi	4 090 €	11 006 €
10 vuotta	40 897 €	112 949 €

5 Johtopäätökset

Työssä tutkittiin samaan asuinrakennuskohteeseen, eri tavoin toteutettavien ilmanvaihtoratkaisuiden kustannuseroja osa-alueittain. Tavoitteena oli vertailla järjestelmiä mahdollisimman samankaltaisina niin, että järjestelmien säätömahdollisuudet eivät merkittävästi poikkeaisi toisistaan. Keskitetyn ja asuntokohtaisen ilmanvaihtojärjestelmäratkaisun kustannuksissa havaittiin kuitenkin merkittäviä poikkeamia.

Kanaviston ja kanavalaitteiden osalta voidaan todeta, että keskitetyn järjestelmän ääntä vaimentavat ilmanmääräsäätimet tulivat selkeästi kalliimmiksi kuin asuntokohtaisen järjestelmän äänenvaimentimet. Kuitenkin lisäämällä keskitettyyn järjestelmään IMS:t saatiin myös keskitettyyn järjestelmään mahdollisuus säätää ilmavirtoja huoneistokohtaisesti. Tämä lisää asunnossa viihtyvyyttä sekä pienentää energian kulutusta, kun järjestelmä on oikein säädetty.

Kanaviston eristyksien aiheuttamissa kustannuksissa havaittiin myös suuria poikkeamia. Paloeristyksien osalta järjestelmien kustannuksissa ei ollut juurikaan eroja, sillä molemmissa ratkaisuissa ne keskittyivät ainoastaan vesikatolle. Vesikaton paloeristyksiä muodostui melko tasavertaisesti keskitetyn ratkaisun suuremmista, mutta harvemmista kanavavedoista ja asuntokohtaisen ratkaisun kooltaan pienemmistä, mutta tiheämmistä kanavavedoista. Eristyskustannusten erot syntyivät pääosin siitä, että asuntokohtaisessa järjestelmässä eristettävänä oli myös keskimäärin 4,8 metriä ulkoilmakanavaa asuntoa kohden.

Vertailussa havaittiin, että määrältään suuremmat kanavavedot vaikuttivat suurempiin kanavakuluihin asuntokohtaisen järjestelmän osalta. Asuntokohtaisessa järjestelmässä myös jäteilmakanavien erilliset nousulinjat aiheuttivat kustannuksia. Toisaalta keskitetyssä järjestelmässä kanavien pystynousut olivat selkeästi kookkaampia, mutta eivät riittävästi kookkaampia, jotta kustannukset olisivat tasoittuneet. Myös esimerkiksi jäteilmahajottajista muodostuneet kustannukset osoittivat, miten yksi suurempi järjestelmä tuottaa alhaisemmat kustannukset kuin monta pienempää järjestelmää, jäteilmahajottajista muodostuneen kustannuseron ollessa 4 157 € keskitetyn järjestelmän hyväksi.

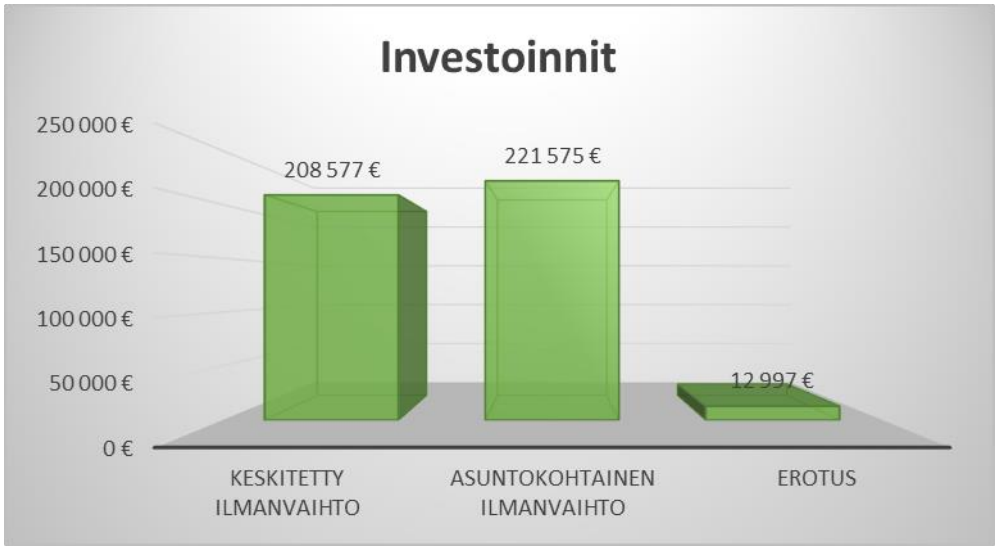
Työssä todettiin Elpo-hormien osalta, että käytettävissä olevien asuinneliöiden menetys tuo merkittäviä kustannuksia. Keskitetyssä ilmanvaihtojärjestelmässä elementtihormien tarve oli määrällisesti suurempi johtuen siitä, että keittiöiden poistokanavat jouduttiin

asentamaan siinä erillisiin elementtihormeihin. Keskitetyssä järjestelmässä ylempien kerrosten pystykanavien kanavakoko suureni myös merkittävästi, aiheuttaen sen, että elementtihormikokoja piti kasvattaa sekä pituus että leveys suunnassa. Vastaavasti asuntokohtaisessa järjestelmässä elementtihormien pituuden kasvattaminen riitti kanavien pystyosuuksille.

Tilastokeskuksen ilmoittaman keskimääräisen, Helsingissä sijaitsevan, uuden asuinrakennuksen neliöhinnan ollessa 5 122 €, jo varsin pieni tilahävikki tuo kohtuullisia kustannuksia. Neliöhintana 5 122 € on melko suuri, sillä siihen vaikuttaa Suomen kalleimmat asuinalueet, joissa neliöhinnat voivat olla moninkertaisia muihin alueisiin nähden. Vaikkei pystynousuja olisi toteutettu Elpo-hormeilla, niin tilahävikki ei olisi kovin paljoa muuttunut, mutta pystynousuihin olisi vaadittu paloeristykset, jotka olisivat tuoneet lisäkustannuksia kohteeseen. Taulukossa 4 esitettyjä, Elpo-hormien laajentamisesta johtuvia, asuinneliöitä pienentävästä vaikutuksesta seuraavia kustannuksia, ei ole laskettu mukana investointi kustannuksiin. Niiden epäsuoran kustannusvaikutuksen laskettiin silti olevan 7 478 €.

Ilmanvaihtokonehuoneen kustannuksia vertaillessa otettiin huomioon konehuoneen laajentamiskustannukset sekä keskusilmanvaihtokoneelle lämmönjakokeskukselta liittyvät kaukolämpöputkitukset. Asuntokohtaisessa ilmanvaihtoratkaisussa ei tarvittu ilmanvaihdon osalta kaukolämmön putkitöitä, eikä varsinaisella huoneistoja palvelevalla ilmanvaihtojärjestelmällä ollut tarvetta tehdä muutoksia konehuoneeseen. Näin ollen järjestelmille syntyi ilmanvaihtokonehuoneiden osalta kustannuseroa 19 038 € asuntokohtaisen ratkaisun hyväksi. Kaukolämpö- tai sähköliittymien mahdollisia perustamiskustannusten eroa ei ole työssä laskettu mukaan investointikustannuksiin.

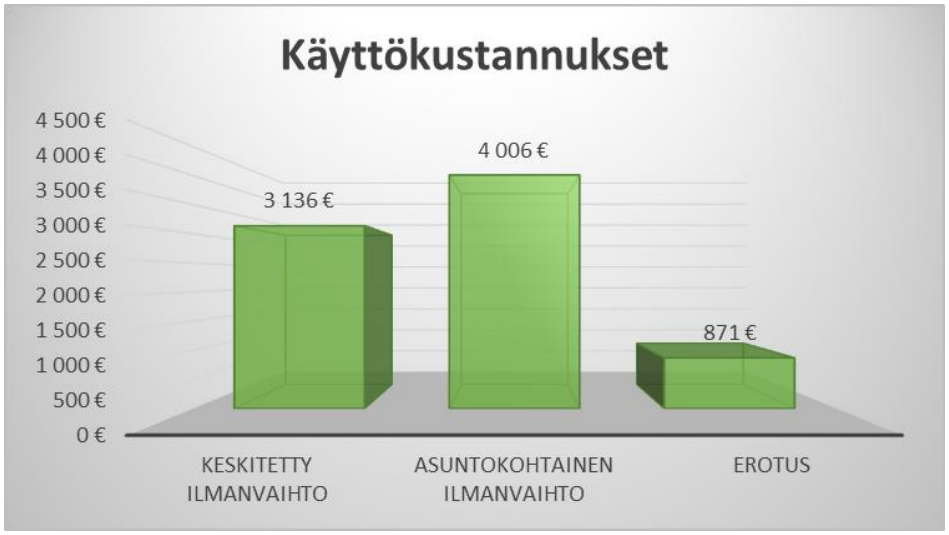
Kaavioon 1 on koottu järjestelmien perustamiseen vaadittavat kustannukset. Lisäksi taulukon diagrammiin on lisätty pylväs, josta nähdään, kuinka paljon keskitetty ilmanvaihtoratkaisu on laskettu halvemmaksi kuin asuntokohtainen ratkaisu. Kaavion investointikustannukset koostuvat järjestelmien kanavisto- ja kanavistolaitteiden, Elpo-hormien, putki-, automatiikka- ja sähkötöiden sekä IV-koneiden materiaali- ja asennuskustannuksista. Näiden tarkastelussa todettiin, että keskitetty ilmanvaihdon toteutustapa tuo asuntokohtaiseen toteutustapaan verrattuna 12 997 €:n säästön.



Kaavio 1. Ilmanvaihtojärjestelmien investointikustannukset.

Käyttökustannuksiltaan järjestelmien kustannukset poikkeavat lähinnä sen takia, että asuntokohtaiseen järjestelmään päätettiin toteuttaa lämmitys sähköllä, kun se keskitetyssä ratkaisussa on toteutettu kaukolämmöllä. Sähkön ja kaukolämmön hinnat vaihtelevat jatkuvasti, mutta sähköllä lämmittäminen todettiin kuitenkin jonkun verran kalliimmaksi valinnaksi sen kokonaishinnan ollessa noin 85,8 €/MWh ja kaukolämmön hinnan ollessa 48,8 €/MWh. Käyttökustannuksista on luotu kaavio 2.

Käyttökustannukset aiheuttavat kaavion mukaisesti keskitetylle ilmanvaihdolle säästöä asuntokohtaiseen ilmanvaihtoon verrattuna 871 € vuositasolla. Eroa voitaisiin kuroa hiukan kiinni vaihtamalla asuntokohtaisen järjestelmän lämmitysmuoto kaukolämpöön, mikä toisaalta lisäisi kohteen investointikustannuksia.



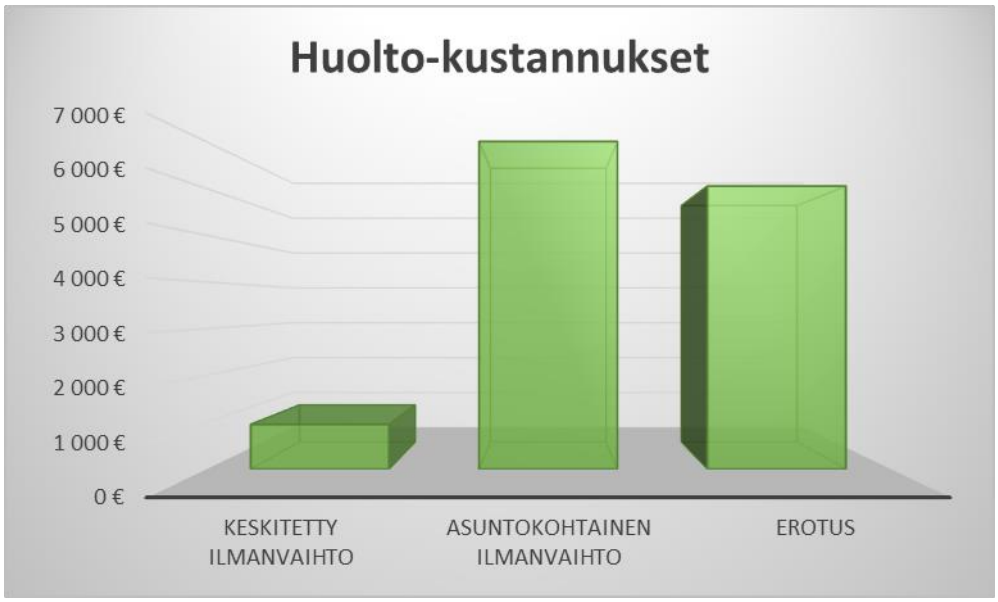
Kaavio 2. Ilmanvaihtojärjestelmien käyttökustannukset.

Järjestelmien huoltokustannusten eroille todettiin useampia syitä. Suodattimien vaihtamisen kustannukset ovat keskusilmanvaihtokoneessa suuremmat kuin asuntokohtaisessa yksittäisessä koneessa. Kuitenkin asuntokohtaisten ilmanvaihtokoneiden suurempi määrä aiheuttaa sen, että suodattimien vaihdon yhteiskustannukset kasvavat selkeästi keskitettyä järjestelmää suuremmiksi. Asuntokohtaisessa järjestelmässä on myös se ehto, että suodattimien vaihtohinta 3 500 € pätee ainoastaan siinä tapauksessa, että huoltotyöt voidaan tehdä häiriöttömästi. Tämä voi tietysti koitua ongelmaksi asukkaiden erilaisten käyttäytymismallien takia.

Myös puhaltimien vaihtamisen koettiin tuovan kohtuullisia eroja kustannuksiin. Asuntokohtaisten ilmanvaihtokoneiden keskimääräisesti lyhyemmän puhaltimien käyttöiän arvioitiin tuottavan 10 vuodessa noin 2 886 € huollon lisäkustannukset. Kyseinen hinta muodostuu Are Oy:n huoltotöiden tuntiveloitushinnasta sekä puhaltimien hinnasta. Asuntokohtaisten ilmanvaihtokoneiden EC-puhaltimen hinnaksi saatiin 200 € kappaleelta. Työssä arvioitiin, että puhallinvaihdot ovat 10 vuoden ajalla tarpeen 30 % kaikkien puhaltimien määrästä. Keskitetyssä ratkaisussa arvioitiin, ettei IV-koneen puhaltimia tarvitsisi vaihtaa vielä 10 vuoden päästä. Näin ollen vuotena, jolloin keskusilmanvaihtokoneen puhaltimet on syytä vaihtaa, huoltokustannuksien ero kaventuu merkittävästi.

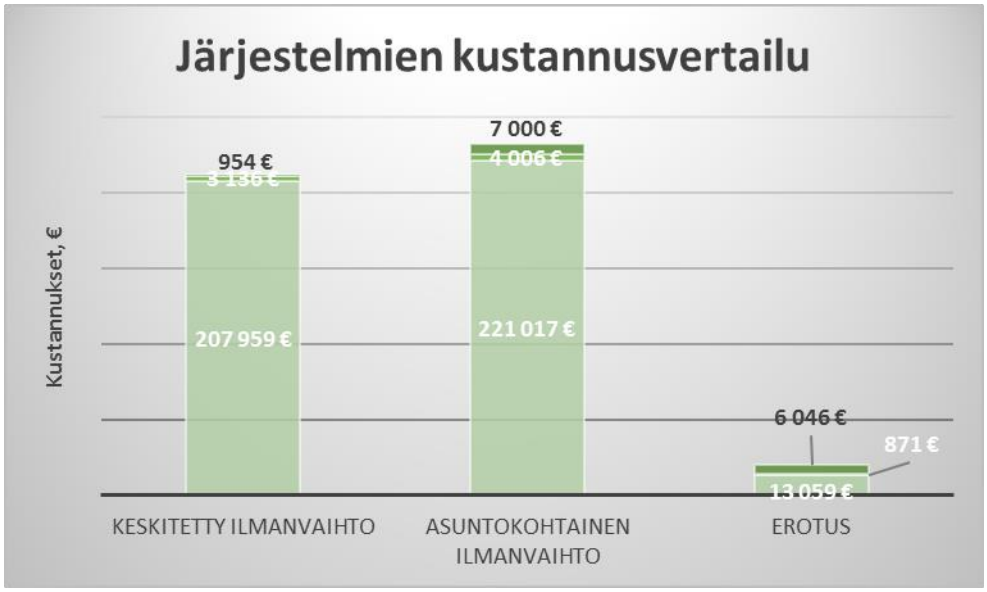
Huoltokustannusten ilmanvaihtojärjestelmien välinne ero on kaavion 3 mukaisesti 6 046 €. Tähän lukemaan vaikuttaa paljon se, miten hyvin ilmanvaihtokoneiden puhaltimet kestävät kulutusta. Suodattimien käyttöikä riippuu myös paljon kohteesta, mutta

tässä työssä suodattimien vaihtotahdiksi on arvioitu molemmissa ratkaisussa kaksi kertaa vuodessa.



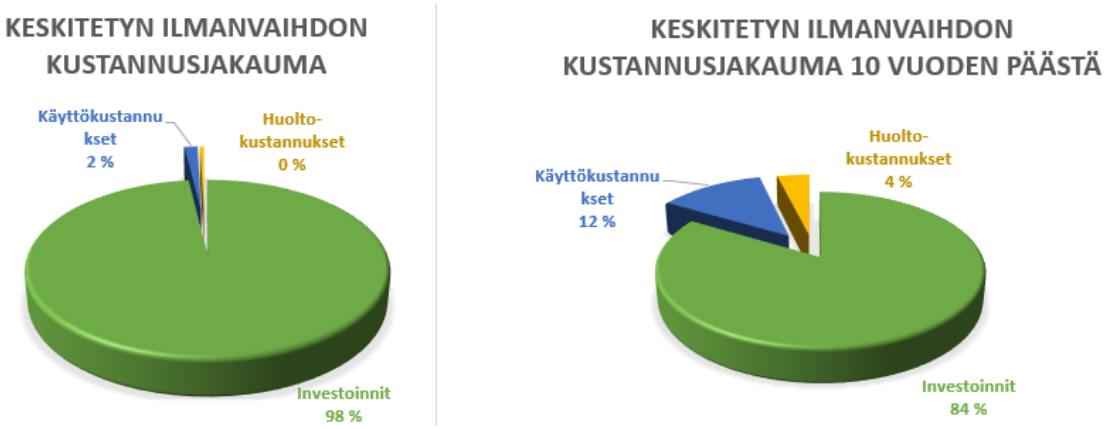
Kaavio 3. Ilmanvaihtojärjestelmien huoltokustannukset vuodessa.

Järjestelmävertailussa luotiin myös kaavio 4, jossa on esitetty koostetusti ilmanvaihtoratkaisuiden investointikustannukset, käyttökustannukset sekä huoltokustannukset. Lisäksi taulukon diagrammiin on laadittu pylväs, joka osoittaa kuinka paljon keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä on laskettu halvemmaksi kuin asuntokohtainen järjestelmä. Kaavion mukaisesti keskitetyn järjestelmän investointikustannuksiksi saatiin 207 958 € ja asuntokohtaisen 221 017 €. Näin ollen, vaikka Elpo-hormeista seuranneet lisäkustannukset laskettaisiin mukaan kustannuksiin, niin keskitetty järjestelmä jää silti edullisemmaksi ilmanvaihdon ratkaisuvaihtoehdoksi.



Kaavio 4. Järjestelmien kustannusvertailu.

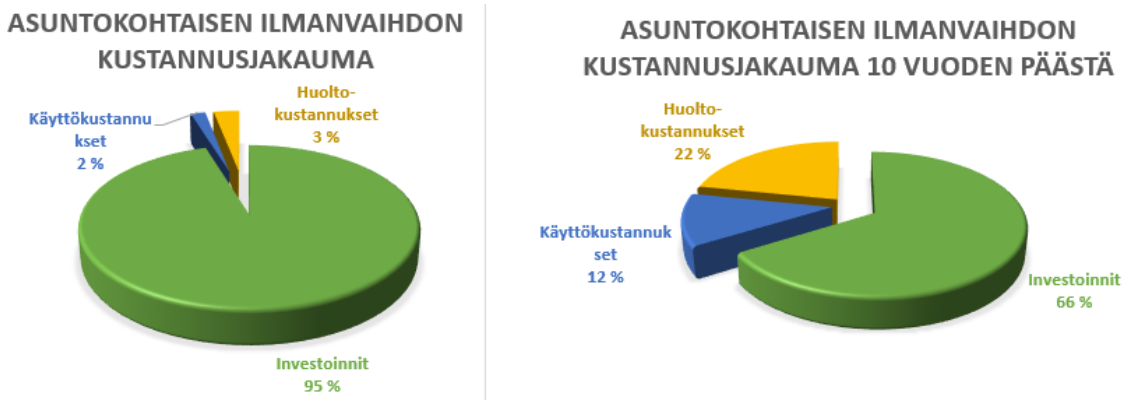
Vaikka keskitetyn- ja asuntokohtaisen ilmanvaihtojärjestelmän laatutasot pyrittiin työssä pitämään mahdollisimman vertailukelpoisina toisiinsa nähden, käyttökohteen ollessa sama kummassakin järjestelmissä niin esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän ulkonäölliset ominaisuudet poikkeavat toisistaan ja voivat jakaa mielipiteitä. Järjestelmien ekologisuus ei myöskään nouse kummassakaan järjestelmäratkaisussa esille toista vaihtoehtoa parempana, sillä järjestelmien vuosittainen kokonaisenergiankulutus on asuntokohtaisessa ratkaisussa vain hiukan pienempi. Järjestelmän toimintavarmuuden voidaan ajatella olevan parempi asuntokohtaisella järjestelmällä. Yhden koneen hajoaminen ei aiheuta niin suurta ongelmaa kiinteistössä kuin koko keskusilmanvaihtokoneen toiminnan katkeaminen.



Kuva 6. Keskitetyn ilmanvaihdon kustannusjakauma vuoden ja 10 vuoden ajalta.

Kuvaan 6 on koostettu keksitetyn ilmanvaihtojärjestelmän kustannusjakaumat ja niiden prosentuaaliset suhteet vuoden ja 10 vuoden ajalta. Ympyrädiagrammi osoittaa, että ensimmäisenä vuonna käyttö- ja huoltokustannukset ovat vain reilun 2 % keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän kokonaiskustannuksista. Kuitenkin 10 vuoden päästä käyttö- ja huoltokustannuksien osuus on 16% kokonaiskustannuksista.

Vastaavasti kuvassa 7 on esitetty asuntokohtaisen ilmanvaihtojärjestelmän kustannusjakaumat sekä niiden prosentuaaliset osuuden kokonaiskustannuksista vuoden ja 10 vuoden ajalta. Ensimmäisen vuoden aikana käyttö- ja huoltokustannukset ovat noin 5 % kokonaiskustannuksista, mutta 10 vuoden kulutta niiden osuus on jo peräti 34 %.



Kuva 7. Asuntokohtaisen ilmanvaihdon kustannusjakauma vuoden ja 10 vuoden ajalta.

Ilmanvaihtojärjestelmien elinkaaritarkastelussa huomioon otettavia asioita ovat rakennusinvestoinnit, ylläpitokustannukset, muutoskorjauskustannukset, ajanmukaistamiskustannukset, sekä purkukustannukset. Näistä elinkarilaskennan osa-alueista on työssä otettu kantaa ainoastaan investointikustannuksiin sekä ylläpitokustannuksiin, joka edelleen jakautuu käyttö- ja huoltokustannuksiin. Muutos- tai purkukustannuksien tarkastelun ei koettu tuovan vertailulle lisäarvoa, sillä kohteen ollessa asuinkerrostalo, voidaan olettaa, ettei huoneistojen käyttötarkoitukselle ole juuri muita vaihtoehtoja. Purkukustannuksien osalta ei ilmanvaihtojärjestelmien välillä koeta olevan myöskään eroavaisuuksia, sillä kanavat kulkevat järjestelmissä lähes samoja reittejä, samoin kannakoituna ja näin ollen kanavistojen puruille ei havaita eroavaisuuksia. (1, s. 390)

6 Yhteenveto

Tässä insinöörityössä oli tarkoituksena vertailla keskitetyn- sekä asuntokohtaisen ilmanvaihtojärjestelmän kustannuksia. Kustannuksia oli määrä vertailla perustamiskustannuksien sekä käyttö- ja huoltokustannuksien osalta. Tarkoituksena oli saada selville kumpi järjestelmistä tulisi edullisemmaksi 37 asuntoa käsittävässä asuinkerrostalohankkeessa, ja sitä kautta antaa yritykselle tietoa kumpi järjestelmäratkaisu tulisi edullisemmaksi vastaavan kaltaisissa kohteissa.

Kustannusvertailua suoritettiin usealla eri menetelmällä. Kohteesta tuli aluksi mallintaa MagiCADia käyttäen ilmanvaihtojärjestelmät arkkitehtipohjiin. Tällä tavoin saatiin tietoon järjestelmiin vaadittavat kanavistoihin vaadittavat massat. Kanaviston laitteista sekä IV-koneista pyydettiin tarjoukset alan yrityksiltä ja tätä kautta saatiin järjestelmiin vaadittavia perustamiskustannuksia. Järjestelmien osista, joihin ei saatu tarjouksien kautta kustannuksia, käytettiin valmistajien uusimpia hinnastoja ja asennustöissä käytettiin apuna LVI-työehtosopimuksen mukaisia normituntiaikoja, joiden avulla saatiin arvioitua melko tarkasti töistä aiheutuneet kustannukset. Työssä käytettiin lisäksi myös yrityksessä valmiiksi laadittuja asennuskustannusarvioita.

Työstä saatujen tulosten pohjalta saatiin johtopäätös, että asuntokohtainen ilmanvaihtoratkaisu tulisi keskitettyä järjestelmä ratkaisua kalliimmaksi jokaisella osa-alueella: perustamiskustannuksiltaan sekä käyttö- ja huoltokustannuksiltaan. Perustamiskustannuksiltaan 12 997 €, käyttökustannuksiltaan vuodessa 871 € ja huoltokustannuksiltaan 6 046 € vuodessa. Koska investointikustannusten lisäksi myös käyttö- ja huoltokustannukset ovat asuntokohtaisessa järjestelmässä kalliimpia kuin keskitetyssä järjestelmässä, niin voidaan olettaa, että elinkaarikustannusten määrä järjestelmien välillä kasvaa joka vuosi entisestään.

Tuloksiin vaikuttivat perustamiskustannuksista eniten ilmanvaihtokoneiden tarjouksista saadut investointikustannukset, joiden erotukseksi saatiin 36 512 € keskitetyn ratkaisun hyväksi. Asuntokohtaisessa ratkaisussa IV-koneet olivat kuitenkin jonkin verran ylimitoitettuja, joten pienemmällä konevalinnalla oltaisiin mahdollisesti voitu saada kavennettua järjestelmien välistä kustannuseroa. Käyttökustannuksissa suurimman eron tuottivat IV-koneilta teetetyiltä energiantarvelaskelmilta saatujen arvon pohjalta saadut vuotuiset energiakustannukset, joissa ero oli 871 € vuodessa keskitetyn järjestelmäratkaisun hy-

väksi. Tämä johtui suurimmaksi osin siitä, että asuntokohtaisessa ratkaisussa tuloilmanlämmitys suunniteltiin sähkölämmitteiseksi, kun se keskitetyssä ratkaisussa toteutettiin kaukolämmöllä. Huoltokustannusten osalta suurin ero syntyi siitä, että asuntokohtaisessa ratkaisussa vaihdettavia suodattimia on luonnollisesti paljon enemmän ja koneiden puhaltimien keskimääräinen käyttöikä arvioitiin lyhyemmäksi. Näin ollen huoltokustannuksista aiheutunut kustannusero oli 6 046 € vuodessa ja 63 346 € kymmenessä vuodessa.

Työstä saadut tulokset voivat olla joltain osin kustannuksellisesti hiukan ylimitoitettuja, johtuen siitä, että työssä ei saatu kaikista materiaaleista tai töistä suoria tarjouksia, vaan jouduttiin käyttämään useampaa laskentamenetelmää. Muun muassa Elpo-hormeissa käytettiin varmuuden vuoksi hiukan suurempia elementtikokoja, jotta hinnoittelussa voitiin käyttää yrityksen saamia elementtihormihinnastoja. Lisäksi työstä saatujen tulosten soveltaminen muihin kohteisiin edellyttää sitä, että olosuhteet kohteessa ovat vastaavanlaiset. Esimerkiksi asuntokohtaisessa järjestelmässä kanaviston kustannukset laskisivat merkittävästi, mikäli jäteilma saataisiin puhaltaa ulos julkisivusta. Tällöin muun muassa jäteilman kanavavetojen sekä Elpo-hormien tarve vähenisi.

Insinöörityöstä saatiin hyödyllistä tietoa yritykselle myös erillisissä osissa käytettynä, mikäli haluttaisiin vertailla vain jonkin tietyn osan kustannuksia järjestelmien välillä. Työ tarjosi myös laadukasta koulutusta järjestelmän kustannuslaskennasta sekä ilmanvaihtoon liittyvistä asioista.

Lähteet

1 Seppänen Olli. 2004. Ilmanvaihdon suunnittelu. Forssa. Talotekniikka-Julkaisut Oy.

2 RT 07-10946. 2008. Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Helsinki. Rakennustietosäätiö RTS 2012.

3 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö.

4 Ilmanvaihtolaitteiston paloturvallisuus ohjeet. 2004. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E7. Helsinki: ympäristöministeriö.

5 Rakennusten energiatehokkuus. 2010. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3. Helsinki. Ympäristöministeriö.

6 LVI 32-10118. 1988. Ilmanvaihtokanaviston tasapainotussuunnittelu. Helsinki. Rakennustietosäätiö 1988.

7 Tuloilmahajotin STQA. 2016. Verkkodokumentti. Fläkt Woods Oy. http://www.flaktwoods.fi/products/air-diffusion-/air-valves/supply-air-valves/stqa. Luettu 1.3.2016.

8 Säädinkupu CASA Blues. 2016. Verkkodokumentti. Swegon Oy. http://www.swegon.com/fi/Tuotteet/Asuntoilmanvaihto/Liesikuvut-ja--tuuletti-met/CASA-Premium-saadinkuvut-/CASA-Blues. Luettu 1.3.2016.

9 Ulkoilmasäleikkö YGC. 2016. Verkkodokumentti. Lindab Oy. http://www.lindab.com/fi/pro/products/pages/ygc.aspx. Luettu 1.3.2016.

10 Kattohajottaja EYMA-2. 2016. Verkkodokumentti. Fläkt Woods. http://www.flaktwoods.fi/products/air-diffusion-/external-louvres--cowls/cowls/eyma. Luettu 1.3.2016.

11 Äänenvaimennin KVAp. Verkkodokumentti. Lindab Oy. http://www.lindab.com/fi/pro/products/pages/kvap.aspx. Luettu 1.3.2016.

12 Talotekniikka-alan LVI-alan työehtosopimus. 2014. Helsinki. LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry ja Rakennusliitto ry. 2014

13 Kaukolämmön energia- ja vesivirtamaksut 1.5.2016. Verkkodokumentti. Helen Oy. https://www.helen.fi/lampo/kodit/hinnat. Luettu 20.3.2016.

14 Kaukolämpöön liittyminen. 2016. Verkkodokumentti. Helen Oy. https://www.helen.fi/lampo/kodit/liittyminen/. Luettu 20.4.2016.

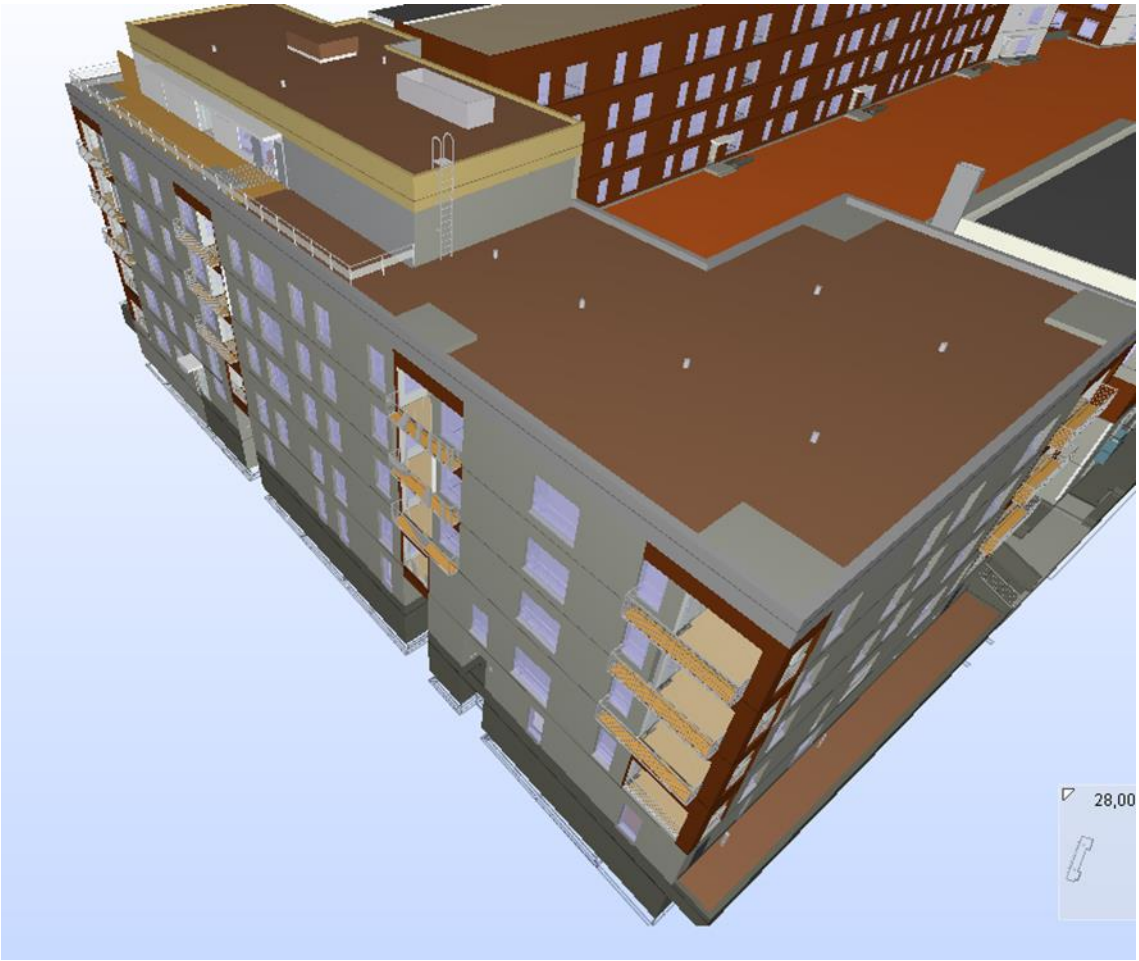
15 Sähkön hinnat ja sähkösopimukset. 2016. Verkkodokumentti. Helen Oy. https://www.helen.fi/sahko/kodit/sahkotuotteet-ja-hinnat/. Luettu 20.3.2016.

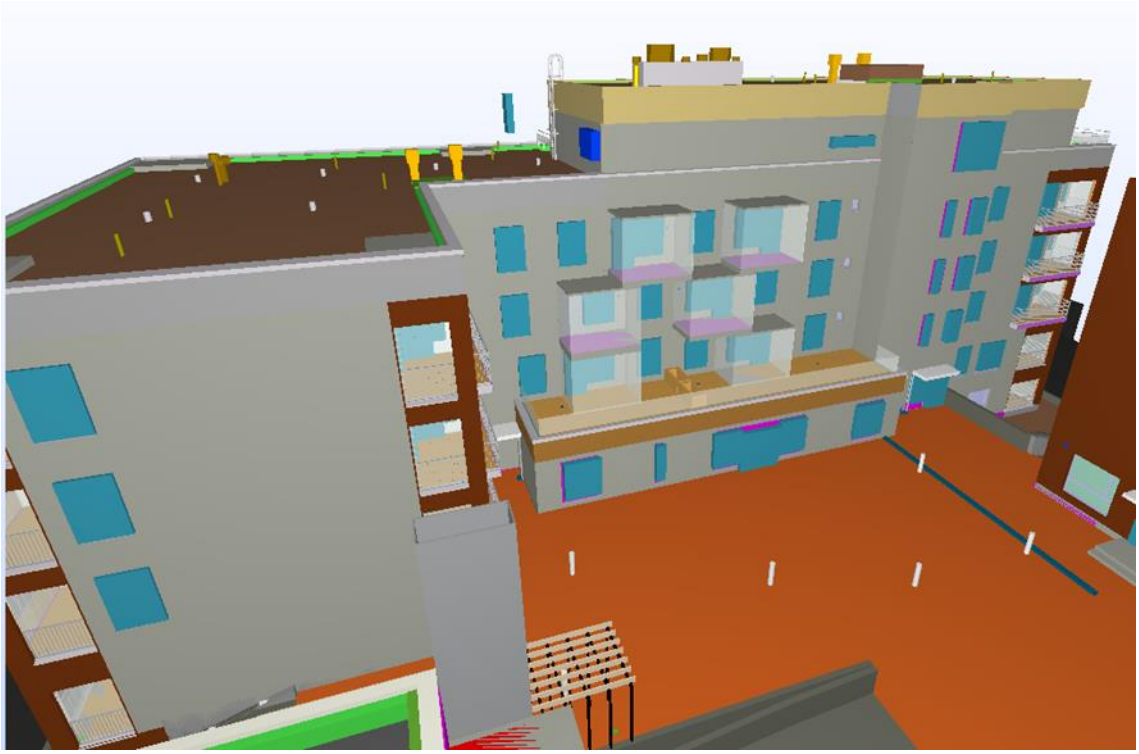
16 Sähkönsiirron hinta. 2016. Verkkodokumentti. Caruna Oy. https://www.caruna.fi/asiakaspalvelu/hinnastot-ja-sopimusehdot/sahkonsiirron-hinta. Luettu 18.4.2016

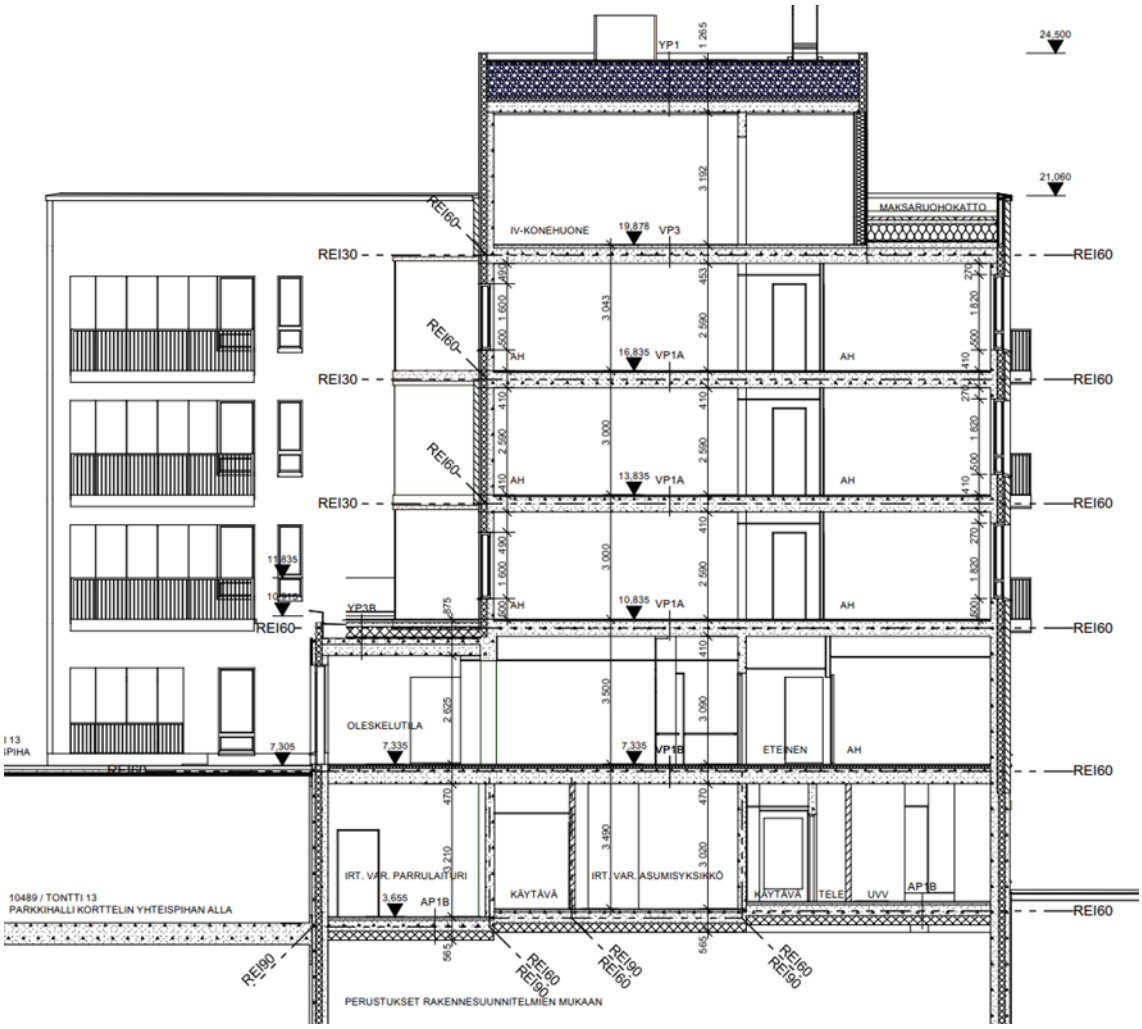
17 Tietopaketti IV-koneiden ekosuunnitteluvaatimuksista. 2016. Koja Oy.

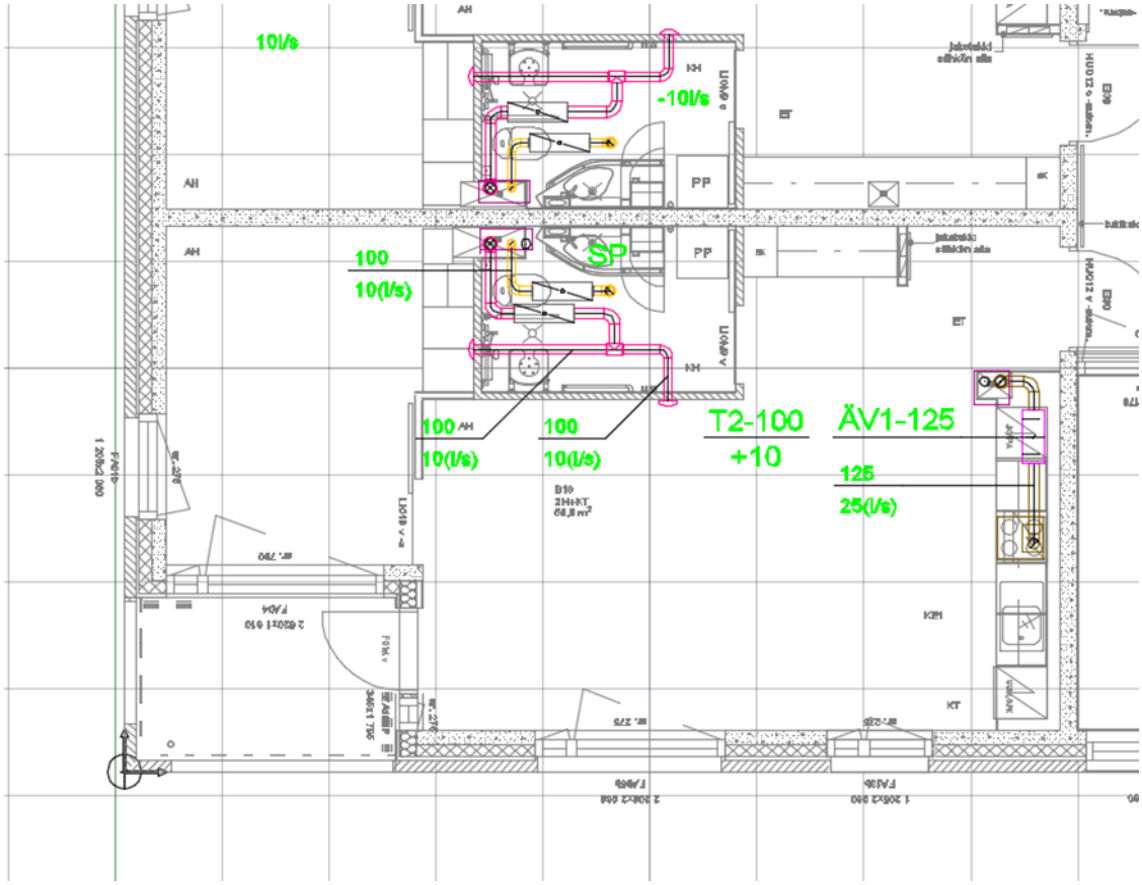
18 RT 56-10591. 1995. Ilmanvaihto ja ilmastointijärjestelmät. Rakennustietosäätiö.

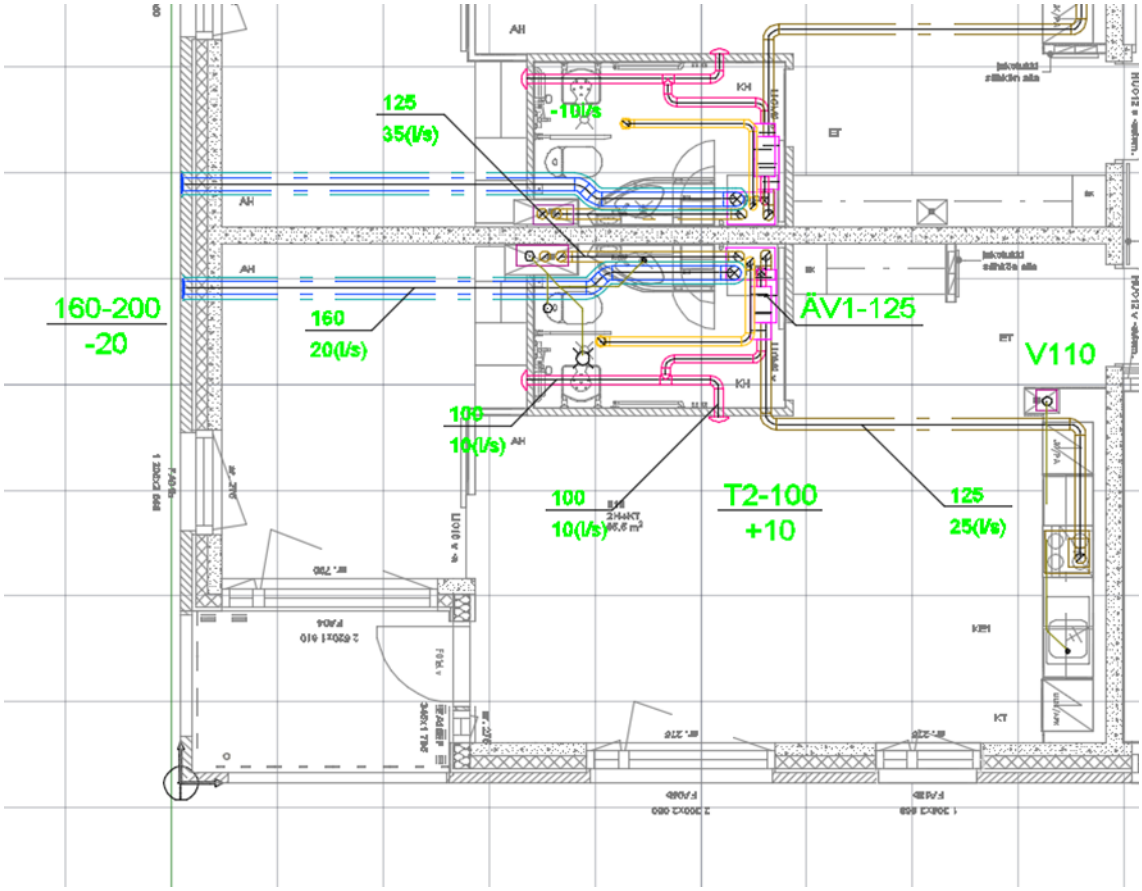
19 Paremman tulevaisuuden kestävä kehitys. 2009. Verkkodokumentti. Camfil Farr. http://docplayer.fi/7183342-Paremman-tulevaisuuden-kestava-kehitys.html. Luettu 20.4.2016.


28,00




24,500
21,060
YP1
MAKSARUOHOKATTO
IV-KONEHUONE
19,878 VP3
REI60
REI30
AH
16,835 VP1A
13,835 VP1A
10,835 VP1A
VP3B
OLESKELUTILA
7,335
7,305
VP1B
ETEINEN
IRT. VAR. PARRULAITURI
3,655 AP1B
KÄYTÄVÄ
IRT. VAR. ASUMISYKSIKKÖ
TELE
UVV
AP1B
10489 / TONTTI 13
PARKKIHALLI KORTTELIN YHTEISPIHAN ALLA
REI90
PERUSTUKSET RAKENNESUUNNITELMIEN MUKAAN


10l/s
-10l/s
PP
SP
100
10(l/s)
100
10(l/s)
100
10(l/s)
T2-100
+10
ÄV1-125
125
25(l/s)


125
35(l/s)
-10l/s
160-200
-20
160
20(l/s)
ÄV1-125
V110
100
10(l/s)
100
10(l/s)
T2-100
+10
125
25(l/s)

Recair Modular Ilmastoinnin keskuskone
Mitoitusohjelma versio 2014.4.1

14.3.2016
Sivu 1

Projektitiedot

Projekti	Junonkatu
Käsittelijä	
Lisätiedot	

Konetunnus	Koko			LTO-osa			Patterit				Äänet		Moottori		Ominaissähköteho Puhdas suodatin	
		qT	qP	LTO	etaTs	etaT	v	qLP	qJP	qLTO	LWP	LWI	PN	IN	SFPv	SFP
		m3/s	m3/s		%	%	m/s	l/s	l/s	l/s	dB(A)	dB(A)	kW	A	kW/(m³/s)	kW/(m³/s)
1:	3B	1.30		LL	53.2	53.2	2.41	0.39			50	41	1.50	3.17	1.04	
1:	3B		1.30	LL							63	31	1.50	3.17	0.92	1.96
Yhteensä		1.30	1.30										3.00			

Kokonaissähköteho verkosta, puhtaat suodattimet 2.54 kW
Koneiden yhteinen SFP-luku, puhtaat suodattimet 1.96 kW/(m³/s)

Käytetyt lyhenteet:		Yksikkö
qT	Tuloilmavirta	m3/s
qP	Poistoilmavirta	m3/s
LL	Levysiirrin lämmöntalteenotto	
LG	Vesi-glykolipatteri lämmöntalteenotto	
LR	Roottori lämmöntalteenotto	
etaTs	Tuloilman lämpötilahyötysuhde tasailmavirroilla	%
etaT	Tuloilman lämpötilahyötysuhde suunnitteluilmavirroilla	%
v	Pattereiden otsapintanopeus	m/s
qLP	Lämmityspatterin vesivirta	l/s

Käytetyt lyhenteet:		Yksikkö
qJP	Jäähdytyspatterin vesivirta	l/s
qLTO	LTO-patterin nestevirta	l/s
LWP	Äänen tehotaso koneen painepuolella	dB(A)
LWI	Äänen tehotaso koneen imupuolella	dB(A)
PN	Puhallinmoottorin nimellisteho	kW
IN	Puhallinmoottorin nimellisvirta (3~400V)	A
SFPv	Yksittäisen koneen ominaissähköteho, puhdas suodatin	kW/(m³/s)
SFP	Tulo-poistokoneen ominaissähköteho, puhdas suodatin	kW/(m³/s)

Puhelin :
Telekopio :

Noname

Kone:

Projektitiedot

Projekti Junonkatu
Käsittelijä

Kone : 1
Yhteenvetotiedot

Korkeusasema	0	m
Ilmanpaine	1013	mbar
Ilman tiheys	1.20	kg/m3

	Tulokone		Poistokone	
Konekoko	Recair 3B		Recair 3B	
Ilmavirta	1.30	m3/s	1.30	m3/s
Koneen ulkopuolinen staattinen painehäviö	200	Pa	200	Pa
Moottoriteho verkosta	1.50	kW	1.25	kW
Patterin otsapintanopeus	2.4	m/s		
Koneen otsapintanopeus	2.3	m/s	2.3	m/s
SFP, ominaistehontarve	1.96	kW/(m³/s)		

SFP-luvun laskennassa on mukana taajuusmuuttajan hyötysuhde 97%
Ilmastointikone siipivääntimillä
Äänitekniset suoritusarvot standardien ISO 3741, ISO 5136 ja ISO 7235 mukaisesti
Äänen tehotasot oktaavikaistoittain koneen liitäntäaukoissa

Tulokone

Taajuuskaista Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		Kok.	
Koneen painepuoli	54	51	48	37	39	40	45	45	dB	50	dB(A)
Koneen imupuoli	52	47	43	40	34	20	13	2	dB	41	dB(A)
Vaipan läpi	53	51	56	50	56	55	44	34	dB	60	dB(A)

Poistokone

Taajuuskaista Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		Kok.	
Koneen painepuoli	57	56	57	53	57	54	57	55	dB	63	dB(A)
Koneen imupuoli	50	43	35	26	18	9	5	0	dB	31	dB(A)
Vaipan läpi	53	51	56	50	56	55	44	34	dB	60	dB(A)

Recair Modular Ilmastoinnin keskuskone
Mitoitusohjelma versio 2014.4.1

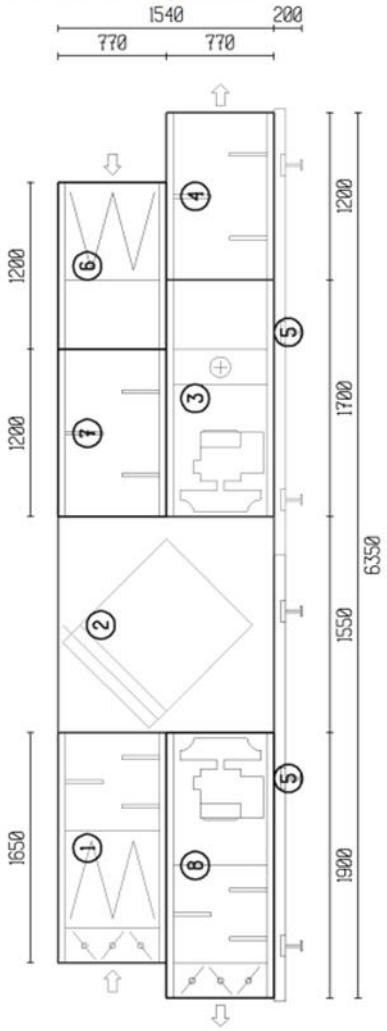
14.3.2016
Sivu 3

Kone:

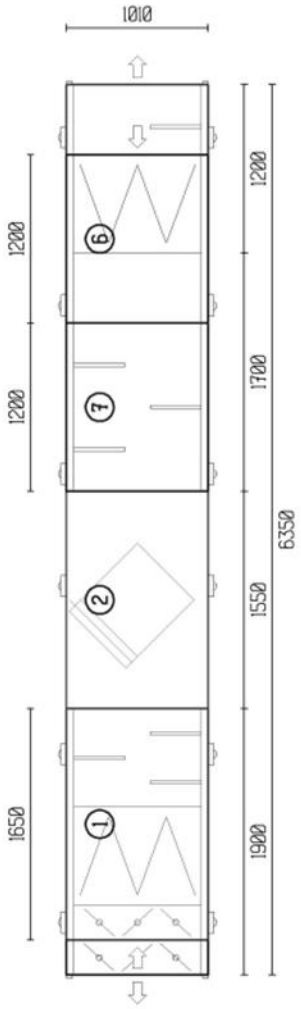
Lisätiedot	Junonkatu			
Konetunnus				
Konekoko	3B		Käsittelijä	
Tuloilmavirta	1.30	m3/s	Mittakaava	Ei mittakaavaa
Poistoilmavirta	1.30	m3/s		
Kokonais(kuiva)paino	1445	kg		
Lisätiedot				

Kanavaliitännät ilman liitäntälaippaa

Kuvanto huoltopuolelta



Kuvanto päältä



Kone:

Moottorin taajuus toimintapisteessä	45	Hz
Moottorin sallittu maksimitaajuus	45	Hz
Tarkastusikkuna vakiovarusteena		
Valaisin IP 44		
Kytkin ja johdotus valaisimelle		
Ilmavirtamittari, analoginen		
LÄMMITYSOSA VESI 3B TV3		
Ilmavirta	1.3	m3/s
Lämmitysteho	32.5	kW
Putkirivit / lamellijako	2 / 2.0	mm
Otsapintanopeus / painehäviö	2.4 m/s / 33	Pa
Ilman lämpötila, tuleva / lähtevä	-0.8 / 20.0	°C
Lämmönsiirtoneste	Vesi	
Tuleva / lähtevä neste	60 / 40	°C
Nestevirta / nopeus / painehäviö	0.39 l/s / 0.80 m/s / 4.8	kPa
Nestetilavuus	4	l
Putkiyhteet, kierreliitos	DN25	
HUOLTO-OSA 3B L=500		
Painehäviö	0	Pa
④ **KOTELO 3B L=1200**		
Mitat (leveys x korkeus x pituus)	1010 x 770 x 1200	mm
Paino, sisältää kotelon ja osat	185	kg
ÄÄNENVAIMENNUSOSA SUORA 3B L=1200		
Painehäviö	39	Pa

Poistokone

⑥ **KOTELO 3B L=1200**		
Mitat (leveys x korkeus x pituus)	1010 x 770 x 1200	mm
Paino, sisältää kotelon ja osat	94	kg
SUODATUSOSA 3B L=700		
Suodatusluokka	F5	
Alkupainehäviö	53	Pa
Mitoituspainehäviö	80	Pa
Loppupainehäviö	107	Pa
Suodattimien määrä ja koko	1x[592x592] + 1x[287x592]	
Varasuodatinsarja	1	kpl
HUOLTO-OSA 3B L=500		
Painehäviö	0	Pa
⑦ **KOTELO 3B L=1200**		
Mitat (leveys x korkeus x pituus)	1010 x 770 x 1200	mm
Paino, sisältää kotelon ja osat	185	kg
ÄÄNENVAIMENNUSOSA SUORA 3B L=1200		
Painehäviö	39	Pa
② **LEVYLÄMMÖNSIIRRIN 3B**		
Tulokset tulokoneen yhteydessä		
⑧ **KOTELO 3B L=1900**		
Mitat (leveys x korkeus x pituus)	1010 x 770 x 1900	mm
Paino, sisältää kotelon ja osat	248	kg
PUHALLINOSA 3B 355 ASENTO1 SUORAKÄYTTÖ		
Suoritusarvojen toleranssi DIN 24166		
Laitevalmistaja	Fläkt Woods	
Siipityyppi/koko	Taaksepäin kaartuva / D355	
Ilmavirta	1.3	m3/s

Recair MODULAR

Recair Modular Ilmastoinnin keskuskone
Mitoitusohjelma versio 2014.4.1

14.3.2016
Sivu 6

Kone:

Liitäntätapa		Kammioon	
Puhaltimen kokonaispaine		586	Pa
Puhaltimen hyötysuhde		77	%
Sähköinen kokonaishyötysuhde		61	%
Pyörimisnopeus		2475	1/min
Maksimi pyörimisnopeus		2610	1/min
Puhaltimen akseliteho		0.99	kW
Puhaltimen maksimi teho		4.51	kW
Ilmavirran mittauksen paine-ero / k-arvo	$(q = k\sqrt{dp})$	1426 Pa / 0.034	
PUHALLIN GPEB350			
Virtalaji		400V/3-v/50Hz	
Moottorin akseliteho		0.99	kW
Nimellisteho		1.50	kW
Nimellisvirta		3.17	A
Nimellinen pyörimisnopeus (50 Hz)		2900	1/min
Hyötysuhde		81	%
Moottorin verkosta ottama sähköteho toimintapisteessä		1.25	kW
Moottorin taajuus toimintapisteessä		43	Hz
Moottorin sallittu maksimitaajuus		45	Hz
Tarkastusikkuna vakiovarusteena			
Valaisin IP 44			
Kytkin ja johdotus valaisimelle			
Ilmavirtamittari, analoginen			
ÄÄNENVAIMENNUSOSA SUORA 3B L=700			
Painehäviö		30	Pa
SULKUOSA 3B L=250			
Tiiviysluokka		TL 4	
Painehäviö		11	Pa
Vääntömomentin tarve		8	Nm
5 KONEALUSTA 1B-4B L=3200 B=1010 H=200			
Säätöjalat synteettisin kumitalloin			
Konealustojen lukumäärä		2	kpl
Paino		29	kg

Recair MODULAR | Recair Modular Ilmastoinnin keskuskone
Mitoitusohjelma versio 2014.4.1 | 14.3.2016
Sivu 4

Kone:

Koneen osat ja tekniset tiedot

Tulokone

① KOTELO 3B L=1650

Mitat (leveys x korkeus x pituus)	1010 x 770 x 1650	mm
Paino, sisältää kotelon ja osat	184	kg

SULKUOSA 3B L=250

Tiiviysluokka	TL 4	
Painehäviö	11	Pa
Vääntömomentin tarve	8	Nm

SUODATUSOSA 3B L=700

Suodatusluokka	F7	
Alkupainehäviö	114	Pa
Mitoituspainehäviö	171	Pa
Loppupainehäviö	227	Pa
Suodattimien määrä ja koko	1x[592x592] + 1x[287x592]	
Varasuodatinsarja	1	kpl

ÄÄNENVAIMENNUSOSA SUORA 3B L=700

Painehäviö	30	Pa

② LEVYLÄMMÖNSIIRRIN 3B

Sulku/ohituspellistö				
Mitat (leveys x korkeus x pituus)	1010 x 1540 x 1550			mm
Paino	301			kg
Levyväli	5.5			mm
	Tulo		Poisto	
Ilmavirta	1.3	m3/s	1.3	m3/s
Lämmitysteho	40.1	kW		
Tuloilman lämpötilahyötysuhde kostea/kuiva	63/53	%		
Tuleva ilma: lämpötila / kosteus	-26.0 °C / 50	%	22.0 °C / 30	%
Lähtevä ilma: lämpötila / kosteus	4.2 °C / 4	%	-2.2 °C / 80	%
Painehäviö	162	Pa	178	Pa
Ohituspellin vääntömomentin tarve / Käyttöakselien määrä	3.4	Nm/ 1 kpl		

Levylämmönsiirrinosa ei sisällä pellistön toimilaitteita eikä niiden kannattimia.

③ KOTELO 3B L=1700

Mitat (leveys x korkeus x pituus)	1010 x 770 x 1700	mm
Paino, sisältää kotelon ja osat	190	kg

PUHALLINOSA 3B 355 ASENTO1 SUORAKÄYTTÖ

Suoritusarvojen toleranssi DIN 24166		
Laitevalmistaja	Fläkt Woods	
Siipityyppi/koko	Taaksepäin kaartuva / D355	
Ilmavirta	1.3	m3/s
Liitäntätapa	Kammioon	
Puhaltimen kokonaispaine	710	Pa
Puhaltimen hyötysuhde	78	%
Sähköinen kokonaishyötysuhde	61	%
Pyörimisnopeus	2594	1/min
Maksimi pyörimisnopeus	2610	1/min
Puhaltimen akseliteho	1.19	kW
Puhaltimen maksimi teho	4.51	kW
Ilmavirran mittauksen paine-ero / k-arvo	$\left(q = k\sqrt{dp}\right)$ 1426 Pa / 0.034	

PUHALLIN GPEB350

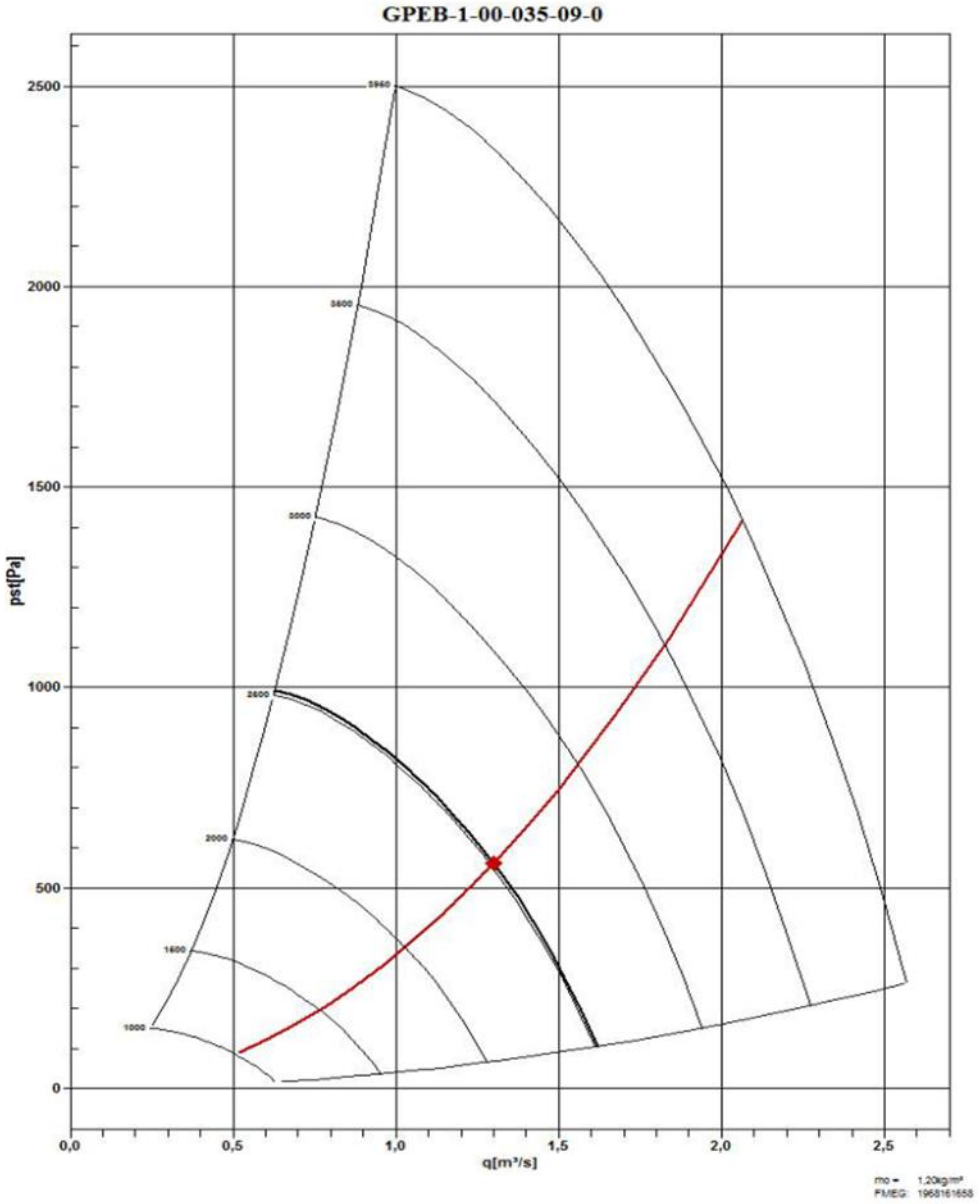
Virtalaji	400V/3-v/50Hz	
Moottorin akseliteho	1.19	kW
Nimellisteho	1.50	kW
Nimellisvirta	3.17	A
Nimellinen pyörimisnopeus (50 Hz)	2900	1/min
Hyötysuhde	81	%
Moottorin verkosta ottama sähköteho toimintapisteessä	1.50	kW

Recair Modular Ilmastoinnin keskuskone
Mitoitusohjelma versio 2016.3.1

30.3.2016
Sivu 8

Kone: TKPK

Puhallinkäyrästö



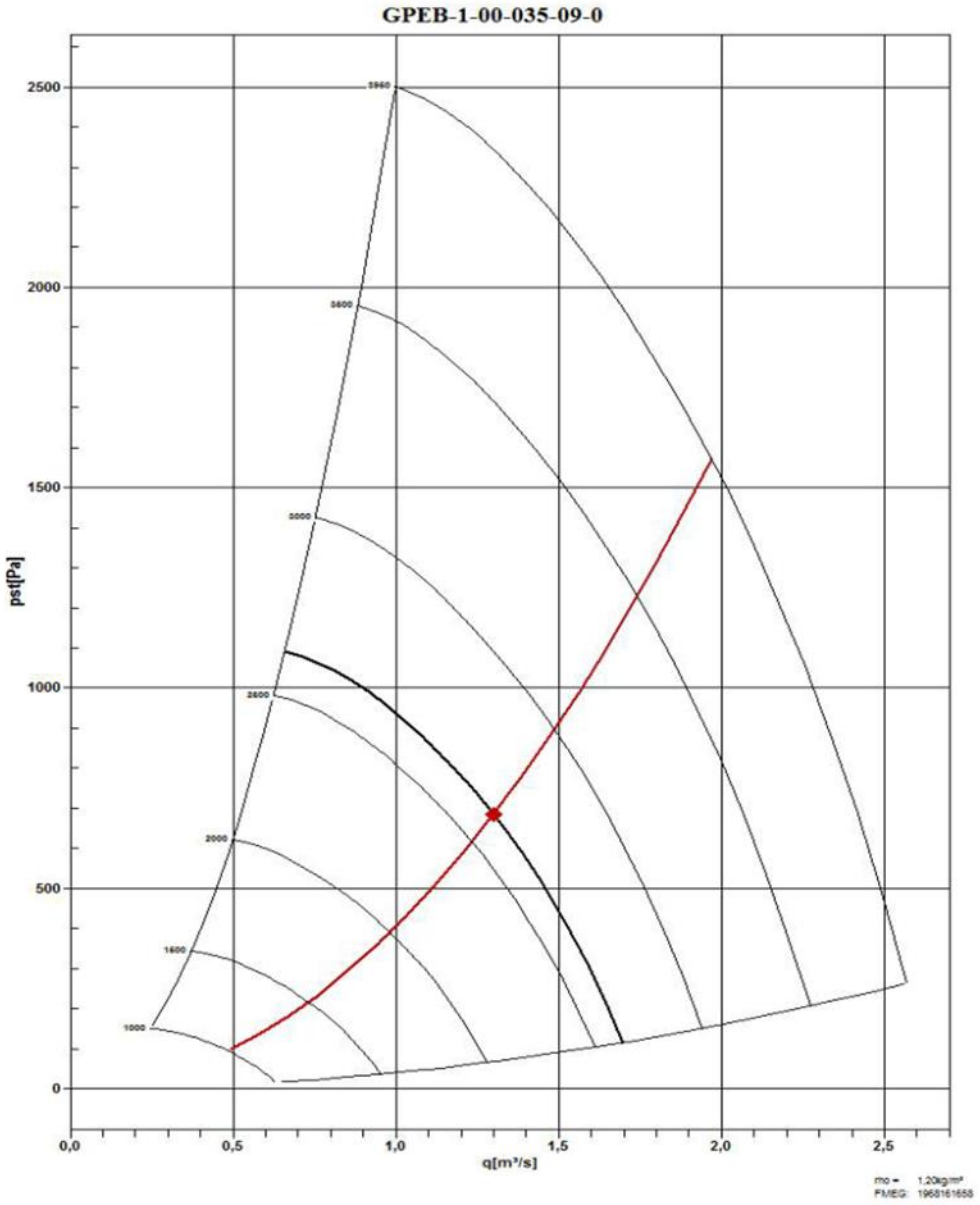
Puhelin :
Telekopio :

Recair Modular Ilmastoinnin keskuskone
Mitoitusohjelma versio 2016.3.1

30.3.2016
Sivu 7

Kone: TKPK

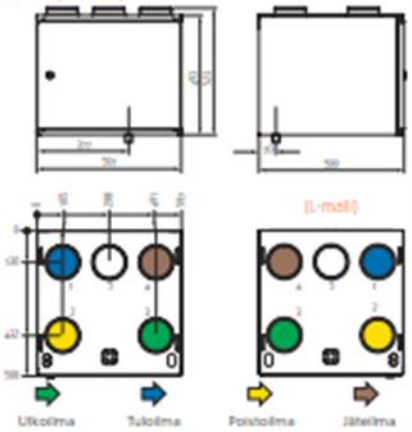
Puhallinkäyrästö



Junonkatu.rmo

Puhelin :
Telekopio :

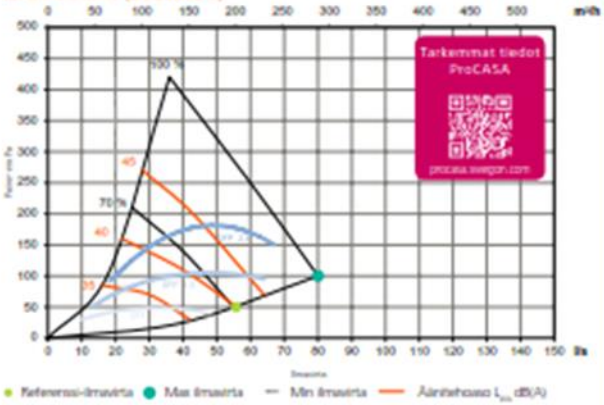
MITAT (R-malli)



TEKNISET TIEDOT

	W3	W3 Econo
Liitäntä	230 V, 50 Hz, 10 A	230 V, 50 Hz, 10 A
Puhaltimet	230 W	230 W
Jälkilämmityvastus	500 W	vesipatteri
Vesipatteri lämmitykseen	saatavana kanava-asentelsena	saatavana kanava-asentelsena
Vesipatteri viilennykseen	saatavana kanava-asentelsena	saatavana kanava-asentelsena
Kokonaisteho	740 / 1240 W	740 / 1240 W
Sulake	10 A	10 A
Paino	47 kg	47 kg
Kanavat	Ø 125 mm	Ø 125 mm
Kondensisvesiyhde	3/8" ulkokierre	3/8" ulkokierre

ILMAMÄÄRÄT (EN 13141-7)



Energialuokka voi vaihdella koneen varusteluvaiosta riippuen.

ÄÄNITIETOJEN KORJAUSTAULUKKO

	Äänitehotaso L_{wa} (dB), taulukko K_{ok}							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Ääni ympäristöön	13	10	4	-8	-12	-14	-21	-30

Yksityiskohtaisemmat äänitiedot ympäristöön ja kanaviin on saatavilla ProCASA:sta

Swegon ProCASA

v4.0

Projektin tiedot

Projekti	Junonkatu
Asiakas	Fira Oy
Suunnittelija	Jesse Himmanen
osoite	

Tuloilmavirta	20 l/s	72 m³/h
Painehäviö tuloilmakanavistossa	80 Pa	
Poistoilmavirta	20 l/s	72 m³/h
Painehäviö poistoilmakanavistossa	80 Pa	
Erillispoisto LTO:n ohi	15 l/s	54 m³/h
Erillispoiston käyttöaika vuorokaudessa	1 h/d	

Laitetiedot

Laite W3

	Tulo	Poisto
Puhaltimien ottotehot	21 W	16 W
SFP	1.9 kW / (m³/s)	
Puhaltimien vuotuinen sähkönkulutus	324 kWh	

Äänitiedot

	63, L_W dB	125, L_W dB	250, L_W dB	500, L_W dB	1k, L_W dB	2k, L_W dB	4k, L_W dB	8k, L_W dB	L_{wa}, dB (A)
Ääni tuloilmakanavaan	59	55	51	43	42	36	29	18	48
Ääni poistoilmakanavaan	47	47	39	33	26	18	0	0	36
Ääni keittiöohituskanavaan	0	40	40	35	31	30	17	0	38
Ääni ympäristöön	43	44	41	26	24	19	12	10	35
Ääni ympäristöön 10 neliömetrin huone absorptiolla									31

Tekniset tiedot

Paino	47 kg	
Lämmönvaihdin	Levylämmönvaihdin	
Suodatin	Tulo	Poisto
Suodatinluokka	F7	G3
Mitat	344*200*24	344*275*10
Etuvastus	1000 W	
Jälkilämmitys	Jälkilämmitysvastus	500 W

Swegon ProCASA

v4.0

Lämmitysenergian nettokulutus FIN - Helsinki

Ilmanvaihdon lämmitystarve ilman LTO:ta	3223 kWh
Lämmönvaihtimen lämpötilahyötysuhde	81 %

Mittaukset EN-13141-7:2010 ja EN-308:1997 mukaan.

Ilmanvaihdon lämmitystarve LTO:lla	
Etuvastus	296 kWh
Jälkilämmitys 17 °C	10 kWh
Tuloilman lämpeneminen tilassa 21 °C	466 kWh
Korvausilman lämpeneminen	166 kWh
YHTEENSÄ	938 kWh

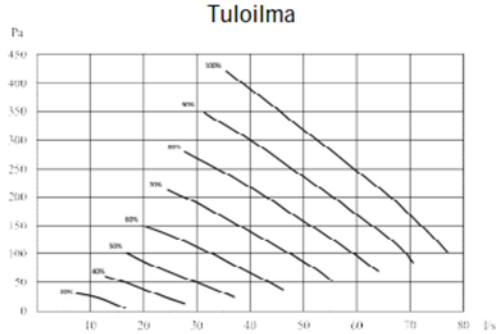
Energiankulutuksen vuosihyötysuhde	71 %

Swegon ProCASA

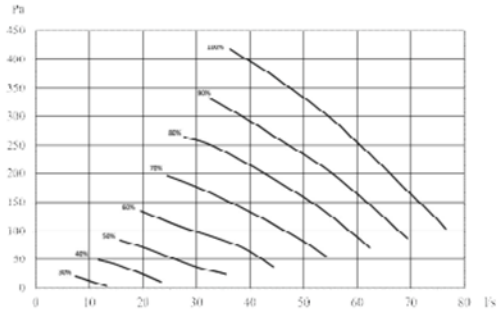
v4.0

Ilmamäärätiedot

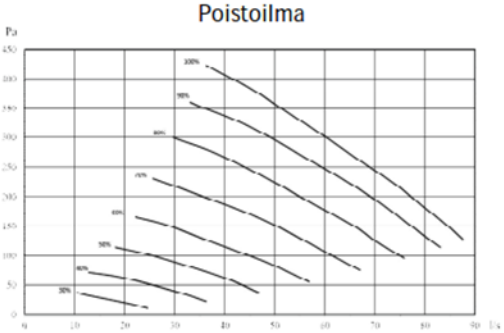
Tuloilma



Tuloilma econo



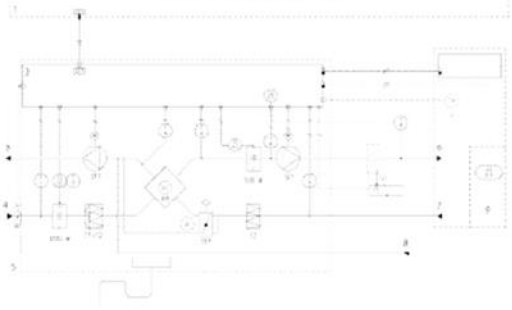
Poistoilma



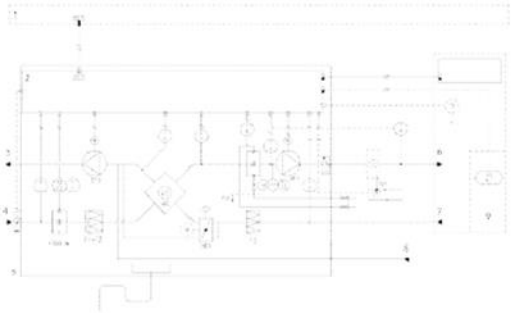
Swegon ProCASA

v4.0

Toimintakaavio



Toimintakaavio econo



1.Ryhmäkeskus
2.Sähkölaatikko
3.Ulkoilma
4.Jäteilma
5.Toimitus rajaus
6.Tuloilma
7.Poistoilma
8.Keittiöohitus
9.Keittiö

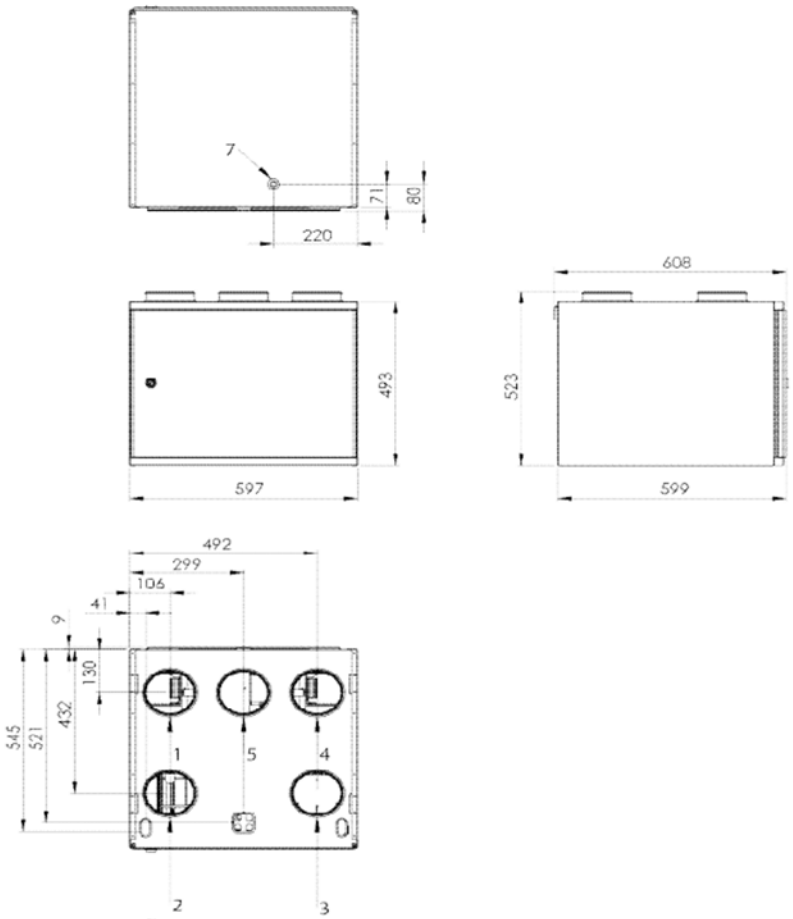
T1	Lämpötila-anturi, ulkoilma
T2	Lämpötila-anturi, tuloilma
T3	Lämpötila-anturi, poistoilma
T4	Lämpötila-anturi, jälkilämmitys
T5	Lämpötila-anturi, jäteilma
T6	Lämpötila-anturi, ylilämpösuoja
T8	Lämpötila, huoneilma

TC01	Termostaatti
TZ03	Ylilämpösuoja, sähköinen jälkilämmitys
HSx.1	Kuvun kytkentä
F1	Tuloilma suodatin
F2	Poistoilma suodatin
HR	Lämmönvaihdin
SF1	Tulopuhallin
EF1	Poistopuhallin

Swegon ProCASA

v4.0

Mitat



1. Tuloilma	ø125
2. Poistoilma	ø125
3. Ulkoilma	ø125
4. Jäteilma	ø125
5. Keittiöohitus	ø125
6. Kiertoilma	ø n/a

Version: 11.06.2012

HHV
Integroidulla äänenvaimentimella varustettu yksiosainen ilmavirtasäädin

- Soveltuu käytettäväksi joko tulo- tai poistoilmalaitteena.
- Integroidulla äänenvaimentimella varustettu pienikokoinen laite, jonka äänitaso on alhainen.
- Paineesta riippumaton toiminta.
- Kumitiivisteellä varustetut pyöreät kanavaliitännät.
- Sekä tulo- että poistokanavat voidaan eristää asennuskohteessa 50 mm:n eristeellä.

- Integroitu muuntaja 230 voltin käyttöjännitteelle.

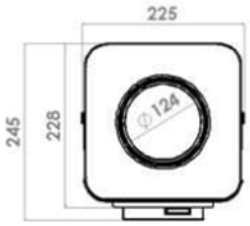
- Helposti avattava huoltoluukku laitteen ja kanaviston puhdistusta varten.
- Soveltuu erinomaisesti asuntoihin ja tiloihin, joissa edellytetään alhaista äänitasoa.

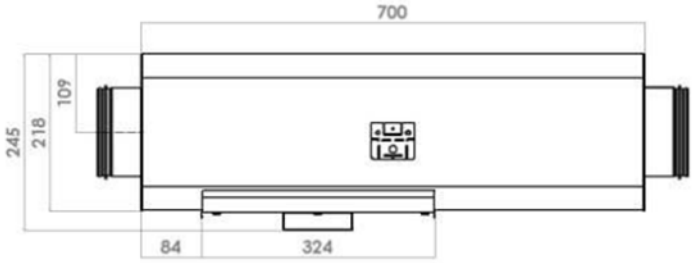
Tuotemallit ja lisävarusteet

- Tuotemallit pienen ja normaalin ilmavirran käsittelyyn.
- Erilliset mallit tulo- ja poistoilmakanaviin.
- Ilmavirran ääriarvot asetettu tehtaalla (minimi- ja maksimivirtaus).
- Äänenvaimennusmateriaalina polyesterikuitu (PF) tai mineraalivilla (MW).
- Lisävarusteena on saatavana seinään asennettava ilmavirta-asetuksen valitsin (tila käytössä / käyttämätön tai tehostettu ilmanvaihto).

Halton

MITAT

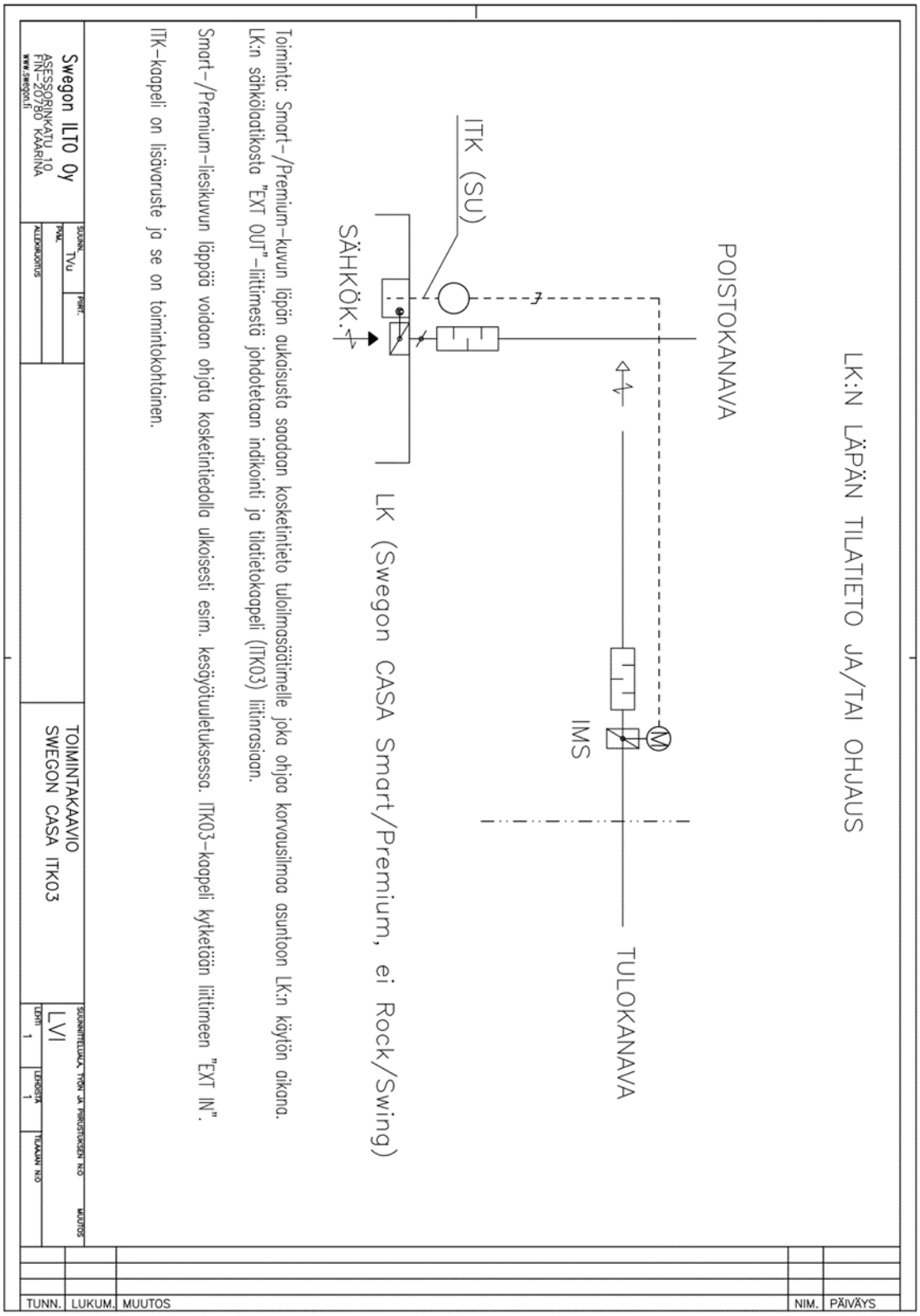




NS	Valmennusmateriaali	Paino, kg
125	IN=PF (polyesterikuitu)	xx

Nimelliskoko (NS) tarkoittaa kanavaliitännän kokoa.

Halton


LK:N LÄPÄN TILATIETO JA/TAI OHJAUS
POISTOKANAVA
TULOKANAVA
IMS
ITK (SU)
SÄHKÖK.
LK (Swegon CASA Smart/Premium, ei Rock/Swing)
Toiminta: Smart-/Premium-kuvun läpän aukaisusta saadaan kosketintieto tuloilmasäätimelle joka ohjaa korvausilmaa asuntoon LK:n käytön aikana.
LK:n sähköladtikosta "EXT OUT"-liittimestä johdotetaan indikointi ja tilatietokaapeli (ITK03) liitinrasiaan.
Smart-/Premium-liesikuvun läppää voidaan ohjata kosketintiedolla ulkoisesti esim. kesäyötuuletuksessa. ITK03-kaapeli kytketään liittimeen "EXT IN".
ITK-kaapeli on lisävaruste ja se on toimintokohtainen.
Swegon ILTO Oy
ASESSORINKATU 10
FIN-20780 KAARINA
www.swegon.fi
SUUNN. TVu
PIIRT.
PVM.
ALLEKIRJOITUS
TOIMINTAKAAVIO
SWEGON CASA ITK03
LVI
SUUNNITTELUALA, TYÖN JA PIIRUSTUKSEN N:O
MUUTOS
TEHtn 1
LEHDISTÄ 1
TILAAJAN N:O
TUNN.
LUKUM.
MUUTOS
NIM.
PÄIVÄYS

Swegon Home Solutions

Roof - liesikuvut huippuimureiden sekä AC-puhaltimella varustettujen ilmanvaihtokoneiden (ILVA) ohjaukseen

● Vakiona
○ Saatavana
– Ei saatavana




	BLUES	SALSA	TANGO	ROCK
Leveys mm	500, 600	500, 600	500, 600	600, 900
Etupaneelin korkeus mm	105	64	–	60
Syvyys mm	525	295-490	295/490	520
Sähköliitäntä	Pistotulppa	Pistotulppa	Pistotulppa	Kiinteä
Väri/materiaali	Valkoinen, ruostumaton teräs	Valkoinen, maalattu hopea	Valkoinen	Ruostumaton teräs
Valo	LED	LED	LED	Halogeeni
Ohjauspaneeli	Kapasitiivinen kosketuspaneeli	Kapasitiivinen kosketuspaneeli	Painikkeet	Painikkeet
Rasvasuodatin	2 ruostumatonta metallisuodatinta	1 ruostumatonta metallisuodatinta	2 ruostumatonta metallisuodatinta	2-3 ruostumatonta metallisuodatinta
Sulkuläppä	●	●	●	●
Sähköinen ajastin	●	●	●	●
Muuntajan max. säätöteho W	390W	390W	390W	370W
Nopeuden säätö	ON/OFF 3 nopeutta	ON/OFF 3 nopeutta	ON/OFF 3 nopeutta	ON/OFF 3 nopeutta
Savunrajoitin	–	–	–	–
Hormisuoja	○ Ruostumaton teräs/ valkoinen 760-1010 mm	–	–	Ruostumaton teräs Seinä 760-930 mm Saareke 760-1010 mm
Safera-turvatekniikka	○	○	○	○ Seinäasennukseen
Asennustapa	Kaapiston yhteyteen, seinään	Kaapiston yhteyteen	Kaapiston yhteyteen	Seinään, saarekkeeseen
Läpän ohjaus erillisellä kytkimellä	●	●	●	–
Indikintitieto läpän asennosta	●	●	●	–

Tarjous	513-008009 ver. 1	**Päivä**	22.03.2016
Merkki	Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama)	**Sivu**	1 / 8

HögforsGST Oy		**LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN LAITTEIDEN MITOITUS**	
Tarjousnumero: 513-008009			**Tuoteryhmäkoodi: GST-1**
Kohteen osoite: Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama), lv-piiri			
KESKUKSEN PN luokka (ensiö)	**PN16**	**KYTKENTÄKAAVIO: 1p - LÄ**	
LÄMMÖNSIIRTIMET	**Yksikkö**	**103LS01 IV-LÄMMITYS**	
Valmistaja		HögforsGST / SWEP	
Malli		IC10Tx10	
Teho	kW	5.5	
		Ensiö	Toisio
Virtaus	l/s	0.02	0.07
Lämpötilat	°C-°C	115 - 33	30 - 50
Painehäviöt	kPa	0.09	0.82
Suunnittelupaine	MPa	1.6	1.6
Virtaava-aine		Vesi	Vesi
Rakenneaine EN10028/7-		EN1.4401	EN1.4401
Tilavuus (ensiö/toisio)	l	0.24	0.24
SÄÄTÖKESKUS			
Valmistaja			
Malli		Ei säädintä	
SÄÄTÖVENTTIILIT		**103LS01 IV-LÄMMITYS**	
Valmistaja			
Malli		Tilaajan toimittamat	
Virtaus	l/s	0.00	
Painehäviöt	kPa		
Koko/kvs-arvo	DN/kvs		
SÄÄTÖMOOTTORIT		**103LS01 IV-LÄMMITYS**	
Valmistaja			
Malli		Tilaajan toimittamat	
PAINE-EROSÄÄDIN			
Valmistaja			Toiminnot:
Malli			Asennuspaikka:
Virtaus	l/s	-	
Painehäviöt	kPa	-	
Koko/kvs-arvo	DN/kvs	-	-
PUMPUT		**103LS01 IV-LÄMMITYS**	
Valmistaja		WILO	
Malli		STRATOS 25/1-10	
Virtaus / LKV %	l/s	0.07	
Nostokorkeus	kPa	40.1/100.0	
Nimellisvirta / Jännite	kW/A / V	0.125/0.93	230
Kpl / käyttötarkoitus		1kpl (100 %)	
Pumpun varasarja			
OHJAUSKESKUS		Pumppuohjauskeskus Std/K-1, (1:lle pumpulle; kontaktorein)	
PAISUNTA- JA VAROLAITTEET		**103LS01 IV-LÄMMITYS**	
Verkon tilavuus	dm³/kPA		
Paisuntasäiliön tilavuus/esipaine	dm³/kPA		
Varoventtiilin koko/avautumispaine	DN/kPa		
PUTKIKOOT JA LIITÄNNÄT			
ensiö		103LS01 IV-LÄMMITYS	
25		20	
PED-luokka			
Keskuksen paine-ero ilman paine-erosäädintä [kPa]			
Keskuksen paine-ero sis. paine-erosäätimen [kPa]			-
Käytettävissä oleva paine-ero kaukolämpöverkossa [kPa]			
Energialaitoksen hyväksyntä:			

HÖGFORS
HögforsGST

Tarjous	513-008009 ver. 1	**Päivä**	22.03.2016
Merkki	Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama)	**Sivu**	2 / 8

KOMPONENTTILUETTELO, Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama), Iv-piiri

Siirtimet

LS2 SWEP IC10Tx10

Säädin

TC Ei säädintä
Tilaajan toimittamien venttiilien asennus
Anturien muhvit asennettuna ja tulpattuna

Venttiilit

TV2 Tilaajan toimittamat

Moottorit

TV2 Tilaajan toimittamat

Pumput

P2 WILO STRATOS 25/1-10

Pumppuohjauskeskus

Pumppuohjauskeskus Std/K-1, (1:lle pumpulle; kontaktorein)

Yleiset varusteet

Ensiö varusteet

103LS01 IV-LÄMMITYS varusteet

Lämpömittari paluu (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lämpömittari tulo (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lianerotin paluu (Lianerotin DN20 RG, Ems)
Sulkuventtiili paluu (Sulkuventtiili DN20 RG, Ms)
Linjasäätöventtiili meno (Kertasäätöventtiili DN20 RG Ems)
Täyttöventtiili (Täyttöventtiili DN15)
PI (Painemittari 1/2x100 0-6 bar)
Varoventtiili R3/4 2,5bar

Tarjous	513-008009 ver. 1	**Päivä**	22.03.2016
Merkki	Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama)	**Sivu**	3 / 8

HögforsGST Oy		**LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN LAITTEIDEN MITOITUS**	
Tarjousnumero: 513-008009			**Tuoteryhmäkoodi: GST-1**
Kohteen osoite: Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama), lv-piiri			
KESKUKSEN PN luokka (ensiö)	**PN16**	**KYTKENTÄKAAVIO: 1p - LÄ**	
LÄMMÖNSIIRTIMET	**Yksikkö**	**103LS01 IV-LÄMMITYS**	
Valmistaja		HögforsGST / SWEP	
Malli		IC10Tx20	
Teho	kW	29	
		Ensiö	Toisio
Virtaus	l/s	0.09	0.35
Lämpötilat	°C-°C	115 - 33	30 - 50
Painehäviöt	kPa	0.43	5.08
Suunnittelupaine	MPa	1.6	1.6
Virtaava-aine		Vesi	Vesi
Rakenneaine EN10028/7-		EN1.4401	EN1.4401
Tilavuus (ensiö/toisio)	l	0.55	0.55
SÄÄTÖKESKUS			
Valmistaja			
Malli		Ei säädintä	
SÄÄTÖVENTTIILIT		**103LS01 IV-LÄMMITYS**	
Valmistaja			
Malli		Tilaajan toimittamat	
Virtaus	l/s	0.00	
Painehäviöt	kPa		
Koko/kvs-arvo	DN/kvs		
SÄÄTÖMOOTTORIT		**103LS01 IV-LÄMMITYS**	
Valmistaja			
Malli		Tilaajan toimittamat	
PAINE-EROSÄÄDIN			
Valmistaja			Toiminnot:
Malli			Asennuspaikka:
Virtaus	l/s	-	
Painehäviöt	kPa	-	
Koko/kvs-arvo	DN/kvs	-	-
PUMPUT		**103LS01 IV-LÄMMITYS**	
Valmistaja		WILO	
Malli		STRATOS 25/1-10	
Virtaus / LKV %	l/s	0.35	
Nostokorkeus	kPa	45.3/98.9	
Nimellisvirta / Jännite	kW/A / V	0.125/0.93	230
Kpl / käyttötarkoitus		1kpl (100 %)	
Pumpun varasarja			
OHJAUSKESKUS		Pumppuohjauskeskus Std/K-1, (1:lle pumpulle; kontaktorein)	
PAISUNTA- JA VAROLAITTEET		**103LS01 IV-LÄMMITYS**	
Verkon tilavuus	dm³/kPA		
Paisuntasäiliön tilavuus/esipaine	dm³/kPA		
Varoventtiilin koko/avautumispaine	DN/kPa		
PUTKIKOOT JA LIITÄNNÄT			
ensiö		103LS01 IV-LÄMMITYS	
25		32	
PED-luokka			
Keskuksen paine-ero ilman paine-erosäädintä [kPa]			
Keskuksen paine-ero sis. paine-erosäätimen [kPa]			-
Käytettävissä oleva paine-ero kaukolämpöverkossa [kPa]			
Energialaitoksen hyväksyntä:			

HÖGFORS
HögforsGST

Tarjous	513-008009 ver. 1	**Päivä**	22.03.2016
Merkki	Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama)	**Sivu**	4 / 8

KOMPONENTTILUETTELO, Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama), Iv-piiri

Siirtimet

LS2 SWEP IC10Tx20

Säädin

TC Ei säädintä
Tilaajan toimittamien venttiilien asennus
Anturien muhvit asennettuna ja tulpattuna

Venttiilit

TV2 Tilaajan toimittamat

Moottorit

TV2 Tilaajan toimittamat

Pumput

P2 WILO STRATOS 25/1-10

Pumppuohjauskeskus

Pumppuohjauskeskus Std/K-1, (1:lle pumpulle; kontaktorein)

Yleiset varusteet

Ensiö varusteet

Lämmityksen kesäsulku (Sulkuventtiili DN15 WH) (TV2)

103LS01 IV-LÄMMITYS varusteet

Lämpömittari paluu (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lämpömittari tulo (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lianerotin paluu (Lianerotin DN32 RG, Ems)
Sulkuventtiili paluu (Sulkuventtiili DN32 RG, Ms)
Linjasäätöventtiili meno (Kertasäätöventtiili DN32 RG Ems)
Täyttöventtiili (Täyttöventtiili DN15)
PI (Painemittari 1/2x100 0-6 bar)
Varoventtiili R3/4 2,5bar

Tarjous	513-008009 ver. 1	**Päivä**	22.03.2016
Merkki	Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama)	**Sivu**	7 / 8

KOMPONENTTILUETTELO, Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama)

Siirtimet

LS1	SWEP IC120THx43x42
LS2	SWEP IC10Tx20
LS3	SWEP IC12MTx20
LS4	SWEP IC10Tx20

Säädin

TC	Ei säädintä
	Tilaajan toimittamien venttiilien asennus
	Anturien muhvit asennettuna ja tulpattuna

Venttiilit

TV1.1	Tilaajan toimittamat
TV1.2	Tilaajan toimittamat
TV2	Tilaajan toimittamat
TV3	Tilaajan toimittamat
TV4	Tilaajan toimittamat

Moottorit

TV1.1	Tilaajan toimittamat
TV1.2	Tilaajan toimittamat
TV2	Tilaajan toimittamat
TV3	Tilaajan toimittamat
TV4	Tilaajan toimittamat

Pumput

P1	WILO TOP-Z 30/10EM
P2	WILO STRATOS 25/1-10
P3	WILO STRATOS 25/1-10
P4	WILO STRATOS 25/1-10

Pumppuohjauskeskus

Pumppuohjauskeskus Std/K-4, (4:lle pumpulle; kontaktorein)

Yleiset varusteet

Ensiö varusteet

	Lämpömittari lämmityksen kl-paluu (3x Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
	Käyttöveden huoltosulku tulo (Sulkuventtiili DN40 WH)
	Käyttöveden huoltosulku paluu (Sulkuventtiili DN40 WH)
	Käyttöveden huoltosulku välisyöttö (Sulkuventtiili DN40 WH)
2 x	Lämmityksen kesäsulku (Sulkuventtiili DN15 WH) (TV2, TV3)

201LS01 KÄYTTÖVESI varusteet

Lämpömittari kierto (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lämpömittari lämmin vesi (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Kylmän veden painemittari (Painemittari 1/4x63 0-16 bar)
Kuuman veden sulku (Sulkuventtiili DN40 RG, Ems)
LVK linjasäätöventtiili (Kertasäätöventtiili DN25 RG, Ems)
LVK pumppuventtiili (Pumppuventtiili DN25 RG, Ems)
Kylmän veden syöttöventtiili (Syöttöventtiili DN40 RG, Ems)
Varoventtiili R 3/4 10,0 bar

101LS01 LÄMMITYS varusteet

Lämpömittari paluu (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lämpömittari tulo (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lianerotin paluu (Lianerotin DN40 RG, Ems)
Sulkuventtiili paluu (Sulkuventtiili DN40 RG, Ms)
Linjasäätöventtiili meno (Kertasäätöventtiili DN40 RG, Ems)
Täyttöventtiili (Täyttöventtiili DN15)
PI (Painemittari 1/2x100 0-6 bar)
Varoventtiili R3/4 2,5bar

102LS01 LATTIALÄMMITYS varusteet

Lämpömittari paluu (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lämpömittari tulo (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lianerotin paluu (Lianerotin DN40 RG, Ems)
Sulkuventtiili paluu (Sulkuventtiili DN40 RG, Ms)
Linjasäätöventtiili meno (Kertasäätöventtiili DN40 RG, Ems)
Täyttöventtiili (Täyttöventtiili DN15)
PI (Painemittari 1/2x100 0-6 bar)
Varoventtiili R3/4 2,5bar

104LS01 LATTIALÄMMITYS varusteet

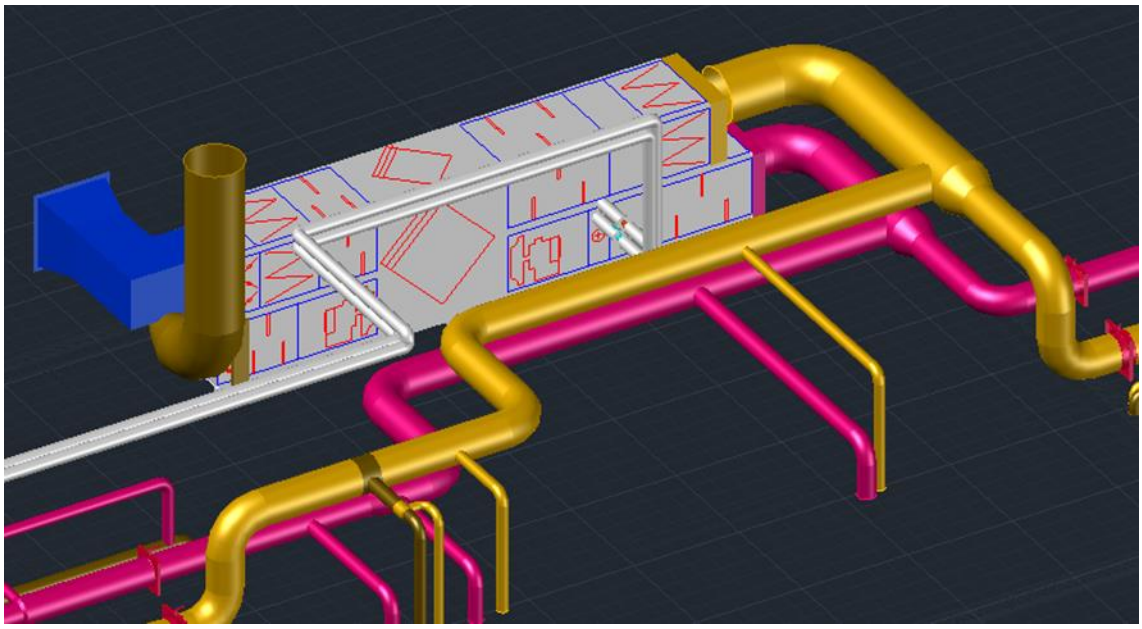
Tarjous	513-008009 ver. 1	**Päivä**	22.03.2016
Merkki	Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama)	**Sivu**	8 / 8

Lämpömittari paluu (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lämpömittari tulo (Lämpömittari pit. 200 0-120C, RST-tasku)
Lianerotin paluu (Lianerotin DN40 RG, Ems)
Sulkuventtiili paluu (Sulkuventtiili DN40 RG, Ms)
Linjasäätöventtiili meno (Kertasäätöventtiili DN40 RG, Ems)
Täyttöventtiili (Täyttöventtiili DN15)
PI (Painemittari 1/2x100 0-6 bar)
Varoventtiili R3/4 2,5bar

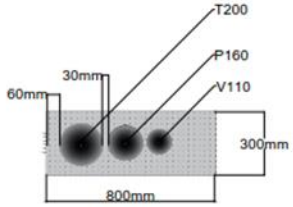
Tarjous	513-008009 ver. 1	**Päivä**	22.03.2016
Merkki	Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama)	**Sivu**	5 / 8

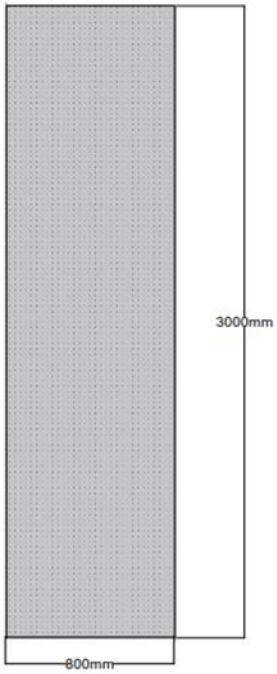
HögforsGST Oy		**LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN LAITTEIDEN MITOITUS**							
Tarjousnumero: 513-008009		**Tuoteryhmäkoodi: GST-4**							
Kohteen osoite: Junonkatu 9, Hki (Heka Kalasatama)									
KESKUKSEN PN luokka (ensiö)	**PN16**	**KYTKENTÄKAAVIO: 4p - KV + 3xLÄ, suora paluu**							
LÄMMÖNSIIRTIMET	**Yksikkö**	**201LS01 KÄYTTÖVESI**		**101LS01 LÄMMITYS**		**102LS01 LATTIALÄMMITYS**		**104LS01 LATTIALÄMMITYS**	
Valmistaja		HögforsGST / SWEP		HögforsGST / SWEP		HögforsGST / SWEP		HögforsGST / SWEP	
Malli		IC120THx43x42		IC10Tx20		IC12MTx20		IC10Tx20	
Teho	kW	300		39		18		13	
		Ensiö	Toisio	Ensiö	Toisio	Ensiö	Toisio	Ensiö	Toisio
Virtaus	l/s	1.28	1.5	0.12	0.63	0.05	0.87	0.04	0.62
Lämpötilat	°C-°C	70 - 13.48	10 - 58	115 - 33	30 - 45	115 - 33	30 - 35	115 - 28	25 - 30
Painehäviöt	kPa	13.86	19.06	0.75	15.01	0.06	10.03	0.09	15.45
Suunnittelupaine	MPa	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Virtaava-aine		Vesi	Vesi	Vesi	Vesi	Vesi	Vesi	Vesi	Vesi
Rakenneaine EN10028/7-		EN1.4401	EN1.4401	EN1.4401	EN1.4401	EN1.4401	EN1.4401	EN1.4401	EN1.4401
Tilavuus (ensiö/toisio)	l	7.26		0.55	0.55			0.55	0.55
SÄÄTÖKESKUS									
Valmistaja									
Malli		Ei säädintä							
SÄÄTÖVENTTIILIT		**201LS01 KÄYTTÖVESI**		**101LS01 LÄMMITYS**		**102LS01 LATTIALÄMMITYS**		**104LS01 LATTIALÄMMITYS**	
Valmistaja									
Malli		Tilaajan toimittamat / Tilaajan toimittamat		Tilaajan toimittamat		Tilaajan toimittamat		Tilaajan toimittamat	
Virtaus	l/s	0.00		0.00		0.00		0.00	
Painehäviöt	kPa								
Koko/kvs-arvo	DN/kvs								
SÄÄTÖMOOTTORIT		**201LS01 KÄYTTÖVESI**		**101LS01 LÄMMITYS**		**102LS01 LATTIALÄMMITYS**		**104LS01 LATTIALÄMMITYS**	
Valmistaja									
Malli		Tilaajan toimittamat / Tilaajan toimittamat		Tilaajan toimittamat		Tilaajan toimittamat		Tilaajan toimittamat	
PAINE-EROSÄÄDIN									
Valmistaja				Toiminnot:					
Malli				Asennuspaikka:					
Virtaus	l/s	-							
Painehäviöt	kPa	-							
Koko/kvs-arvo	DN/kvs	-		-					
PUMPUT		**201LS01 KÄYTTÖVESI**		**101LS01 LÄMMITYS**		**102LS01 LATTIALÄMMITYS**		**104LS01 LATTIALÄMMITYS**	
Valmistaja		WILO		WILO		WILO		WILO	
Malli		TOP-Z 30/10EM		STRATOS 25/1-10		STRATOS 25/1-10		STRATOS 25/1-10	
Virtaus / LKV 33 %	l/s	0.50		0.63		0.87		0.62	
Nostokorkeus	kPa	50.0/87.3		55.7/92.5		50.3/86.2		55.1/92.6	
Nimellisvirta / Jännite	kW/A / V	0.335/1.62	230	0.125/0.93	230	0.125/0.93	230	0.125/0.93	230
Kpl / käyttötarkoitus		1kpl (100 %)		1kpl (100 %)		1kpl (100 %)		1kpl (100 %)	
Pumpun varasarja									
OHJAUSKESKUS		Pumppuohjauskeskus Std/K-4, (4:lle pumpulle; kontaktorein)							
PAISUNTA- JA VAROLAITTEET		**201LS01 KÄYTTÖVESI**		**101LS01 LÄMMITYS**		**102LS01 LATTIALÄMMITYS**		**104LS01 LATTIALÄMMITYS**	
Verkon tilavuus	dm³/kPA								
Paisuntasäiliön tilavuus/esipaine	dm³/kPA								
Varoventtiilin koko/avautumispaine	DN/kPa								
PUTKIKOOT JA LIITÄNNÄT									
ensiö	Kv	Lv	Lvk	101LS01 LÄMMITYS		102LS01 LATTIALÄMMITYS		104LS01 LATTIALÄMMITYS	
40	42	42	28	40		40		40	
PED-luokka	1								

HÖGFORS
HögforsGST



Keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä
5.kerros





Asuntokohtainen ilmanavaihtojärjestelmä
5.kerros